

DOKTORI DISSZERTÁCIÓ

FÜGGELÉK

SZÉKELY ÍRÁS ÉS HUMANIZMUS

TUBAY TIZIANO

2018

**Eötvös Loránd Tudományegyetem
Bölcsészettudományi Kar**

Doktori Disszertáció

Függelék

Tubay Tiziano

Székely írás és humanizmus

Irodalomtudományi Doktori Iskola

A Doktori Iskola vezetője: Dr. Lukács István DSc

Európai és Magyar Reneszánsz Doktori Program

A Program vezetője: Dr. Horváth Iván DSc

A Bizottság tagjai

Elnök: Dr. Draskóczy István DSc

Bírálok: Dr. Vásáry István CMHAS
Dr. Szilágyi Emőke Rita PhD

Tagok: Dr. Lovas Borbála PhD
Dr. Szörényi László Dsc

Póttagok: Dr. Marosi Ernő MHAS
Dr. Mártonfi Attila PhD

Témavezető: Dr. Horváth Iván DSc

Budapest, 2018

Függelék - Tartalom

I. Függelék: Összefoglaló mintalisták.....	2
A) A begyűjtött minták és a mintavétel helye.....	3
Vargyas.....	3
Homoródkarácsonyfalva.....	10
Székelyderzs.....	16
Haáz Rezső Múzeum (Székelyudvarhely).....	19
B) A mintákon végzett vizsgálatok összefoglalása.....	20
II. Függelék: Polarizációs mikroszkópos közetleírások.....	21
2017.1.24.1.....	22
2017.1.24.2a.....	24
2017.1.24.2b.....	25
2017.1.24.3.....	27
2017.1.24.4.....	29
2017.1.24.6.....	32
2017.1.24.16.....	33
2017.1.24.17.....	34
2017.1.24.18.....	35
III. Függelék: Ásványos összetétel (XRD).....	36
A) XRD eredmények összefoglaló táblázat.....	37
B) Diffraktogramok.....	41
IV. Függelék: Stabilizotóp-geokémiai vizsgálatok.....	51
Az adatok értelmezése.....	55
V. Függelék: Téglák és durvakerámiák termolumineszcens kormeghatározása.....	60
VI. Függelék: Földtani térképek.....	71
A) Székelyudvarhely környékének földtani térképe.....	72
B) Vargyas és Homoródkarácsonyfalva környékének földtani térképe.....	73

I. Függelék: Összefoglaló mintalisták

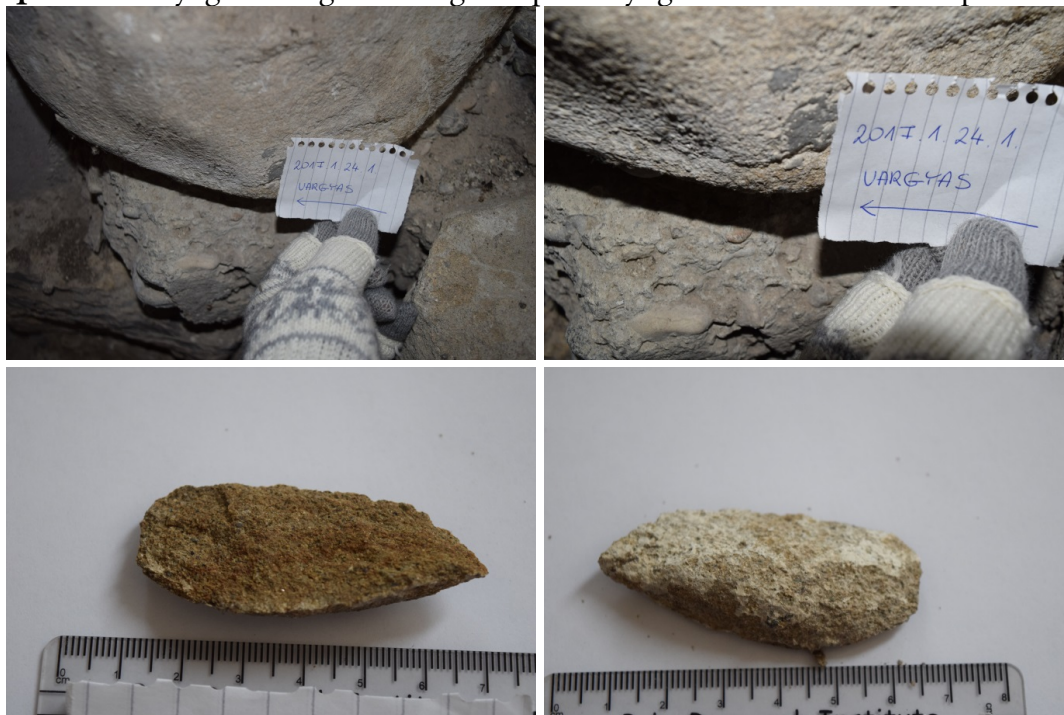
Készítette: Mozgai Viktória

**MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet
Archeometriai Kutatócsoport
1112 Budapest, Budaörsi út 45.**

A) A begyűjtött minták és a mintavétel helye

Vargyas

2017.1.24.1: kőzetanyag a késő gótikus régi templom nyugati homlokzatának alapozásából



2017.1.24.2: kőzetanyag a késő gótikus régi templom nyugati homlokzatának alapozásából; finomabb szemcsés (2017.1.24.2a) és durvább szemcsés (2017.1.24.2b) változat

2017.1.24.2a



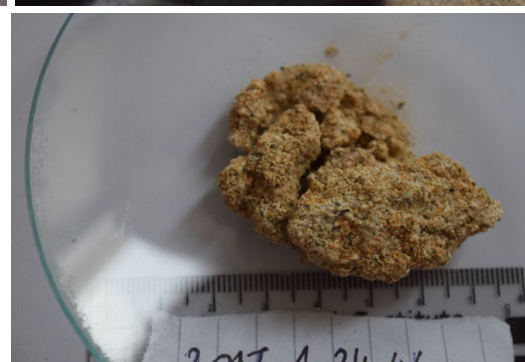
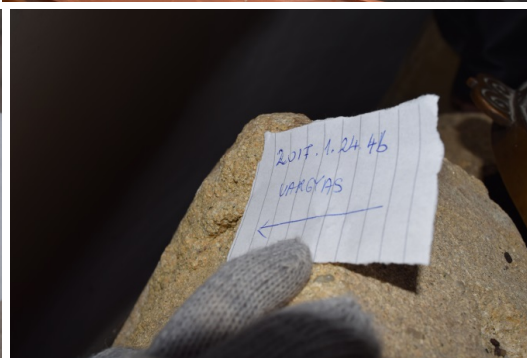
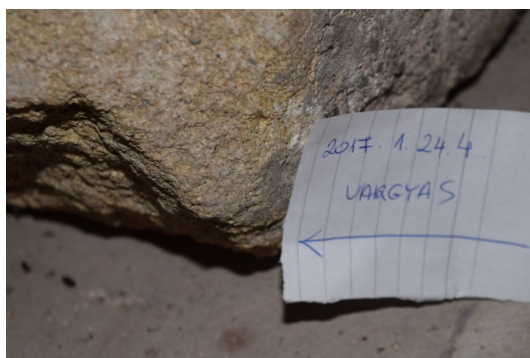
2017.1.24.2b



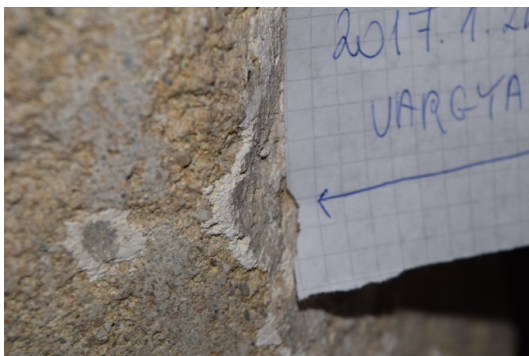
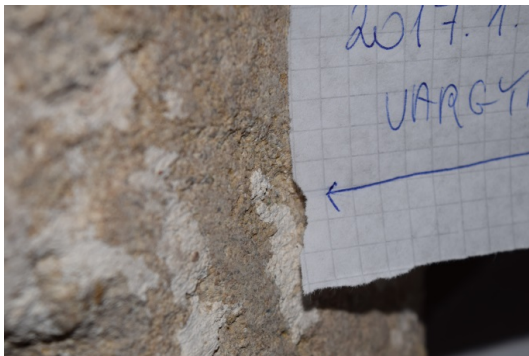
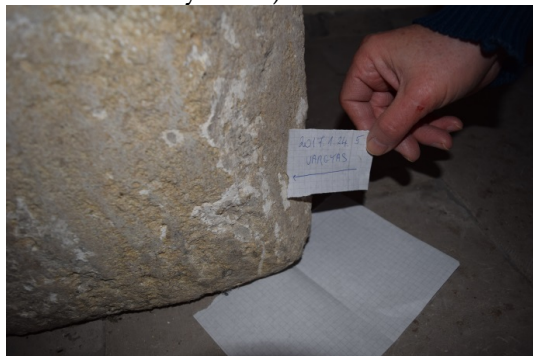
2017.1.24.3: kőzetanyag késő gótikus régi templom nyugati homlokzatának alapozásából (?) + habarcs maradványa a kőzeten (recens vagy korabeli habarcs?)



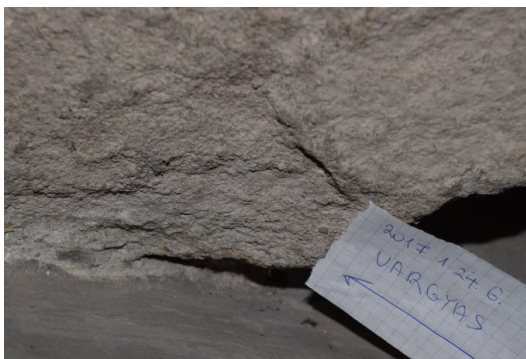
2017.1.24.4: kőzetanyag a rovásírás nélküli, kupolás keresztelőmedencéről (2017.1.24.4a és 2017.1.24.4b jelű minta a medence különböző részeiről származik)



2017.1.24.5: fehér anyag a rovásírás nélküli, kupolás keresztelőmedence faláról (korabeli vakolás/meszelés nyoma?)



2017.1.24.6: kőzetanyag (nagyon puha) a székely írásos keresztelőmedencéből



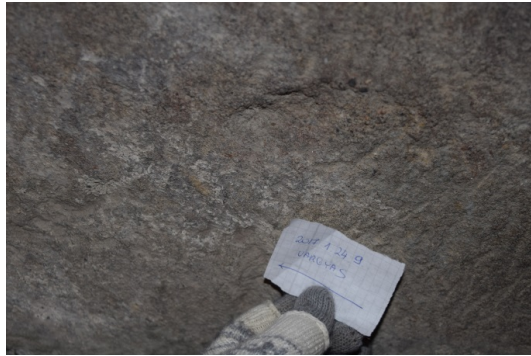
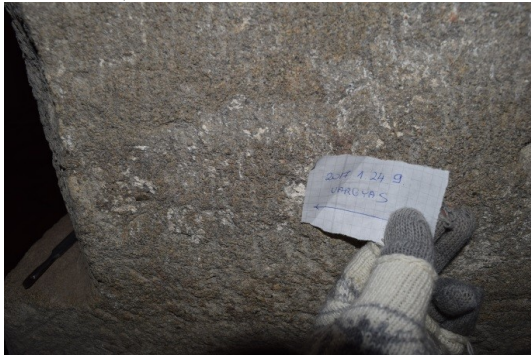
2017.1.24.7: talajmaradvány a székelly írásos keresztelőmedence faláról



2017.1.24.8: „vastagabb”, fehér színű lerakódás a székelly írásos keresztelőmedence faláról (talajkarbonát? vagy korabeli meszelés?)



2017.1.24.9: fehér színű lerakódások a székely írásos keresztelőmedence faláról (2017.1.24.9a és 2017.1.24.9b más-más helyről származik) (korabeli meszelés nyoma? vagy talajkarbonát?)



Homoródkarácsonyfalva

2017.1.24.10: habarcs az 5. szintről (harangszint)



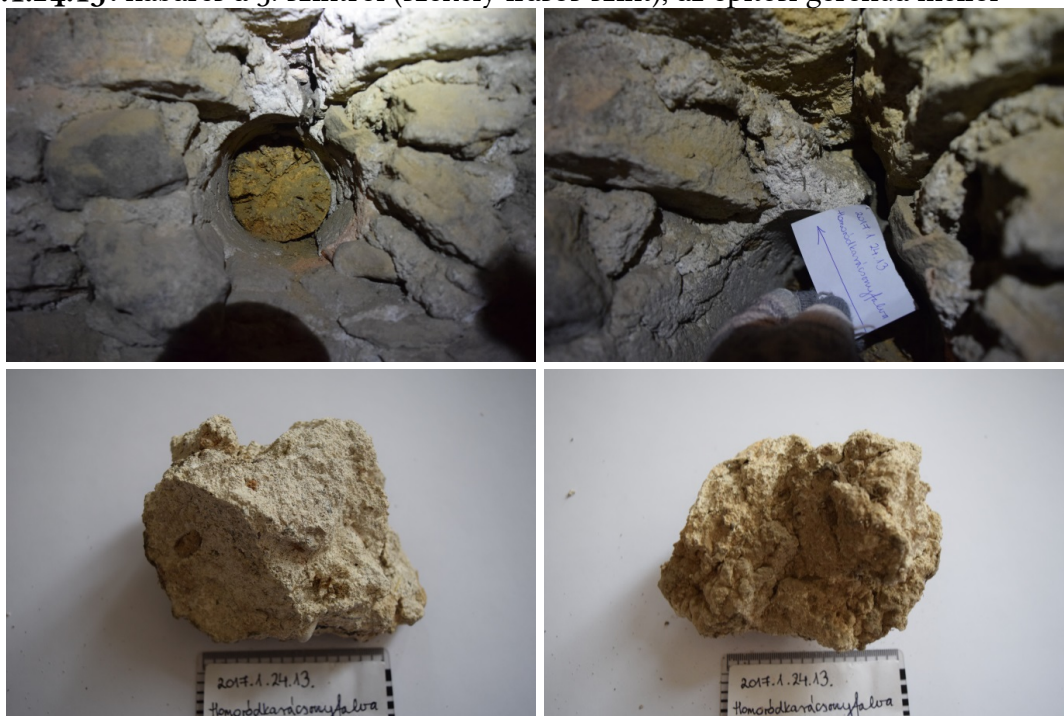
2017.1.24.11: vakolat az 5. szintről (harangszint)



2017.1.24.12: tégl az 5. szintről (harangszint)



2017.1.24.13: habarcs a 3. szintről (székely írásos szint), az építési gerenda mellől



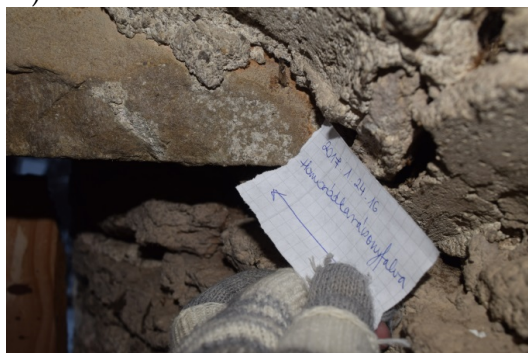
2017.1.24.14: korhadt faanyag (egykori építési gerenda)



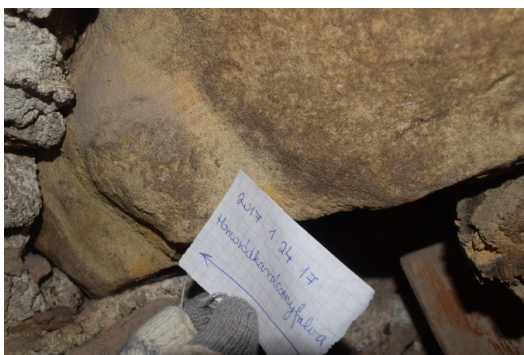
2017.1.24.15: habarcs a korhadt fa (egykori építési gerenda) mellől



2017.1.24.16: kőzetanyag a székelly írással szemközti (déli) lőrés szemöldökkövéből; 3. szintről (székelly írásos szint)



2017.1.24.17: kőzetanyag a rovásírás melletti lőrés szemöldökkövéből; 3. szintről (rovásírásos szint)



2017.1.24.18: kőzetanyag a székely írásos szemöldökkőből; 3. szintről (székely írásos szint)



2017.1.24.19: fehér anyag (korabeli festés?) a székely írásos kő felületéről; 3. szintről (székely írásos szint)



2017.1.24.20: habarcs a székelv írásos kő mellől; 3. szintről (székelv írásos szint)



2017.1.24.21: fehér anyag a vésetekből; 3. szintről (székelv írásos szint)

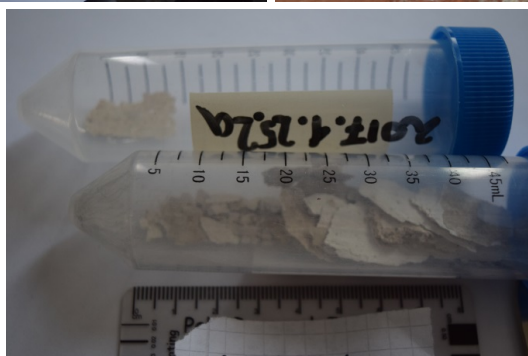


Székelyderzs

2017.1.25.1: boltívelem



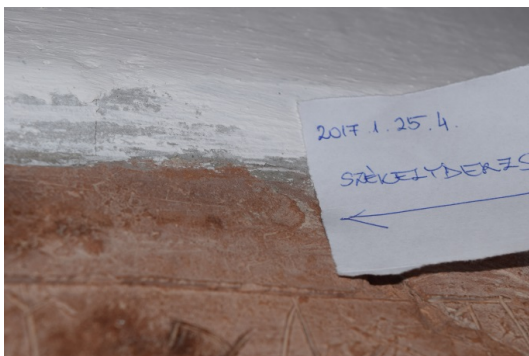
2017.1.25.2: fehér anyag (meszelés?) a boltívelemről (2017.1.25.2a és 2017.1.25.2b eltérő helyekről származik)



2017.1.25.3: szürkés-barnás anyag (vakolat?) a boltívelemről

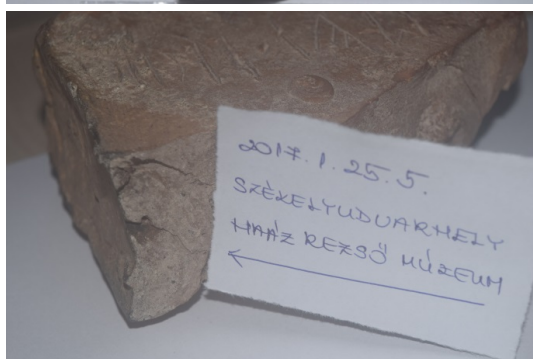
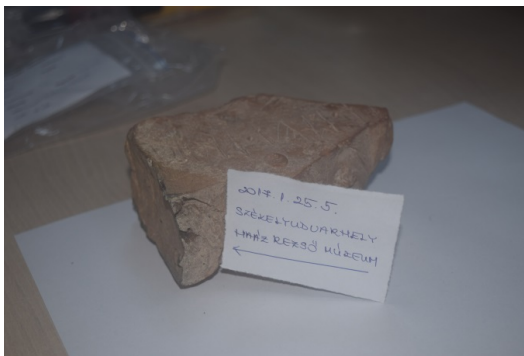


2017.1.25.4: tégl (székely írásos)



Haáz Rezső Múzeum (Székelyudvarhely)

2017.1.25.5: tégl (székely írásos)



B) A mintákon végzett vizsgálatok összefoglalása

Lelőhely/Mintaszám	Röntgen- diffraktometria	Polarizációs mikroszkópia	Stabilizotóp- vizsgálatok	Termolumineszcens vizsgálatok
Vargyas				
2017.1.24.1	X	X		
2017.1.24.2	X	X		
2017.1.24.3	X	X		
2017.1.24.4	X	X		
2017.1.24.5	X			
2017.1.24.6	X	X		
2017.1.24.7	X			
2017.1.24.8	X		X	
2017.1.24.9	X		X	
Homoródkarácsonyfalva				
2017.1.24.10	X		X	
2017.1.24.11	X			
2017.1.24.12	X			X
2017.1.24.13	X		X	
2017.1.24.14				
2017.1.24.15	X		X	
2017.1.24.16	X	X		
2017.1.24.17	X	X		
2017.1.24.18	X	X		
2017.1.24.19	X			
2017.1.24.20	X		X	
2017.1.24.21	X			
Székelyderzs				
2017.1.25.1	X			X
2017.1.25.2	X		X	
2017.1.25.3	X		X	
2017.1.25.4	X			X
Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely				
2017.1.25.5	X			X

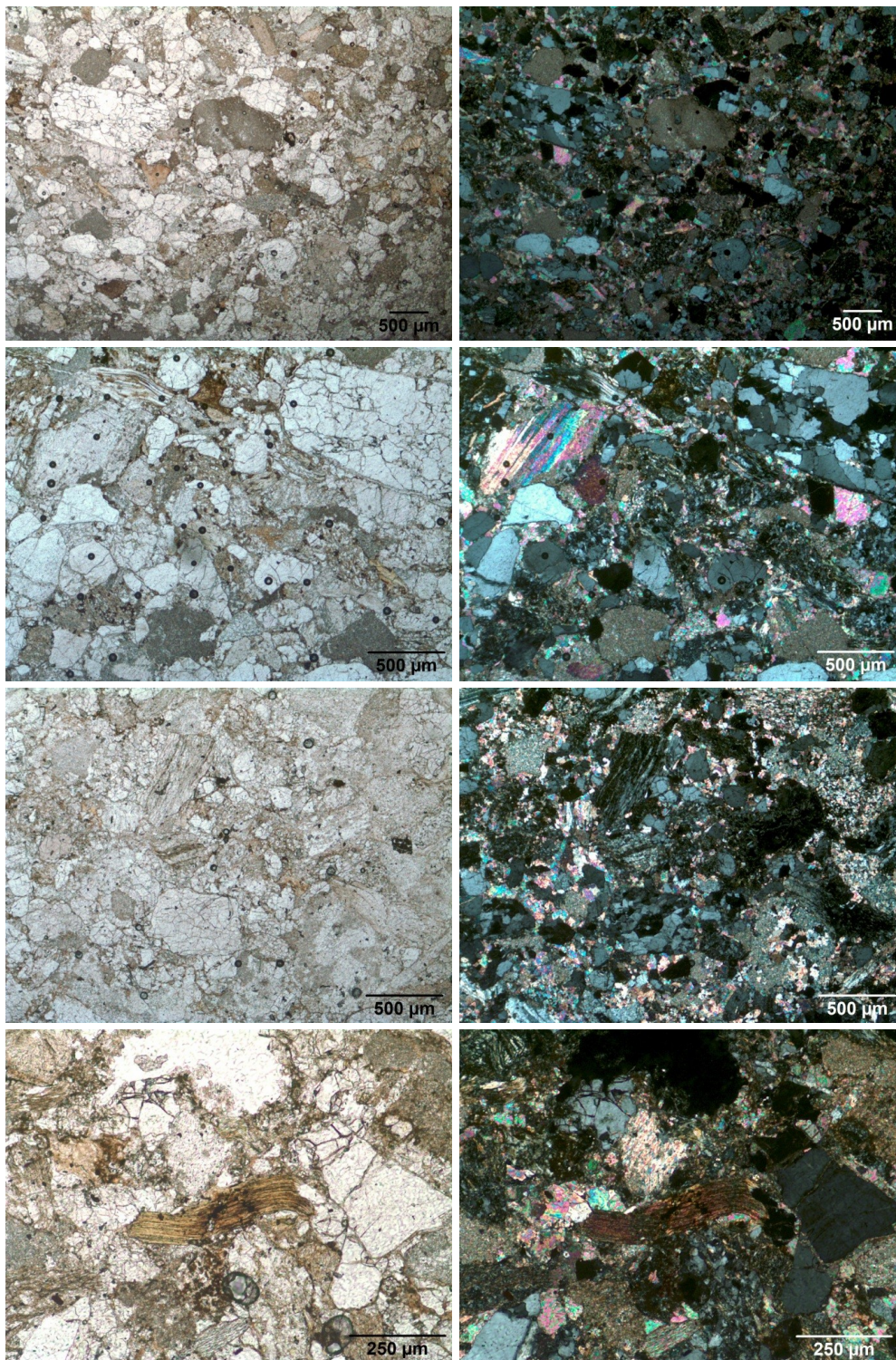
II. Függelék: Polarizációs mikroszkópos kőzetleírások

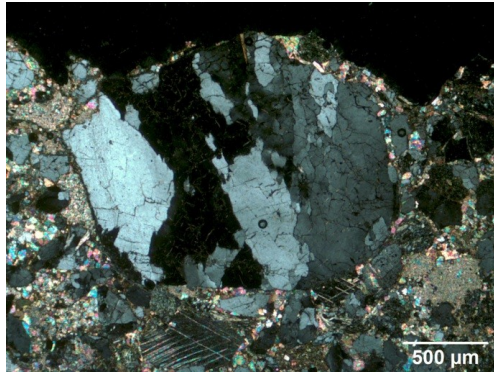
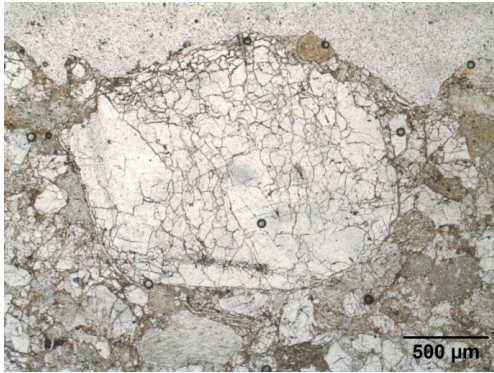
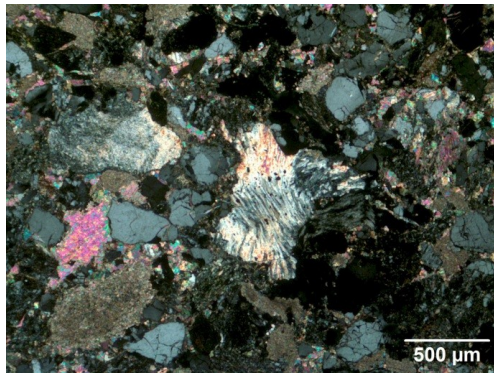
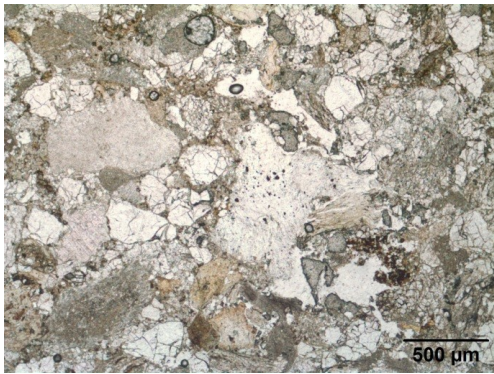
Készítette: Mozgai Viktória

**MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet
Archeometriai Kutatócsoport
1112 Budapest, Budaörsi út 45.**

2017.1.24.1

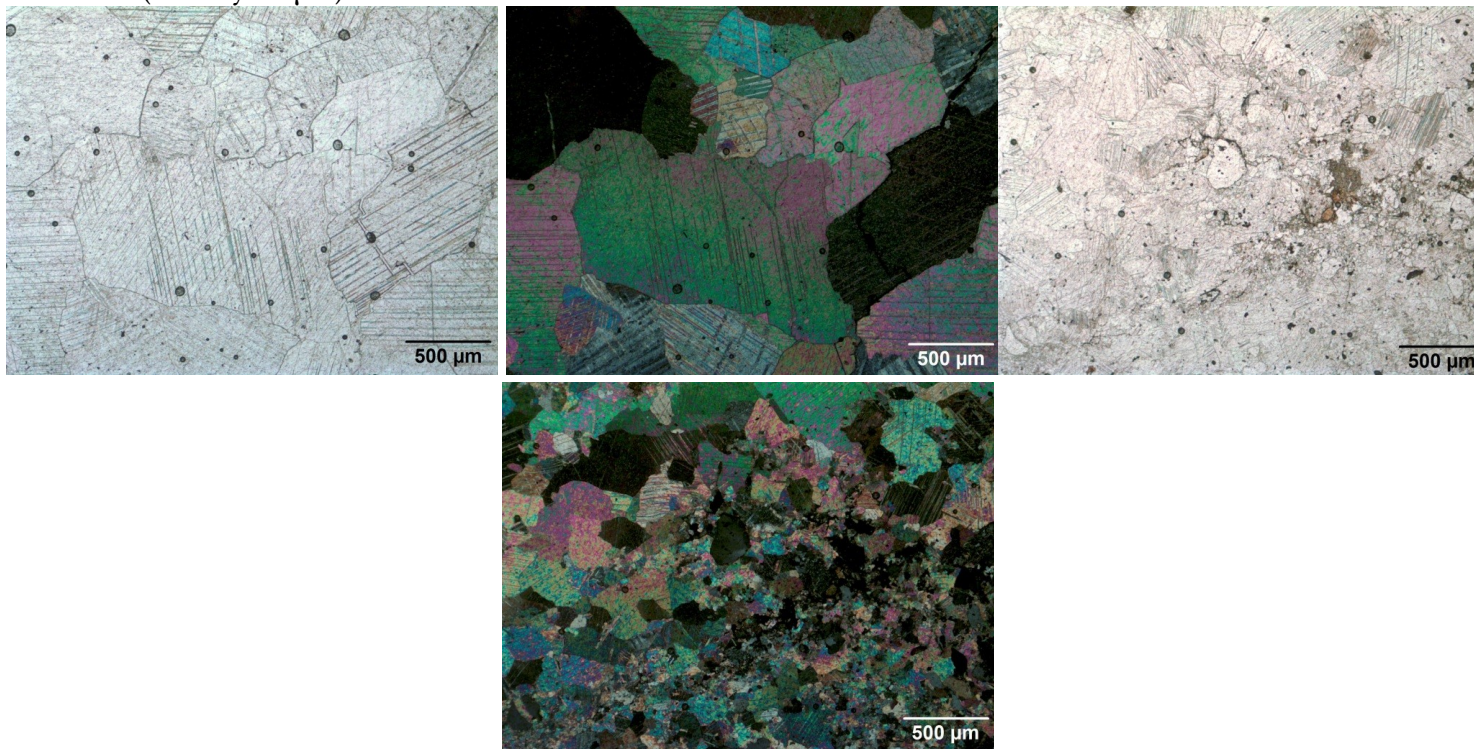
A minta meszes kötőanyagú homokkő. Néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők meg benne. A klasztok mérete változó: néhány $10\ \mu\text{m}$ – néhány mm (közepesen osztályozott homokkő). A klasztok uralkodóan kvarc és kvarcit törmelékek. Egy-egy csillám, földpát, klorit, illetve gipsz szemcse is megfigyelhető. Polimikt homokkő. A kötőanyag meszes anyagú (a klasztok közti teret finomszemcsés (néhány μm – néhány $10\ \mu\text{m}$) kalcitkristályok töltik ki).





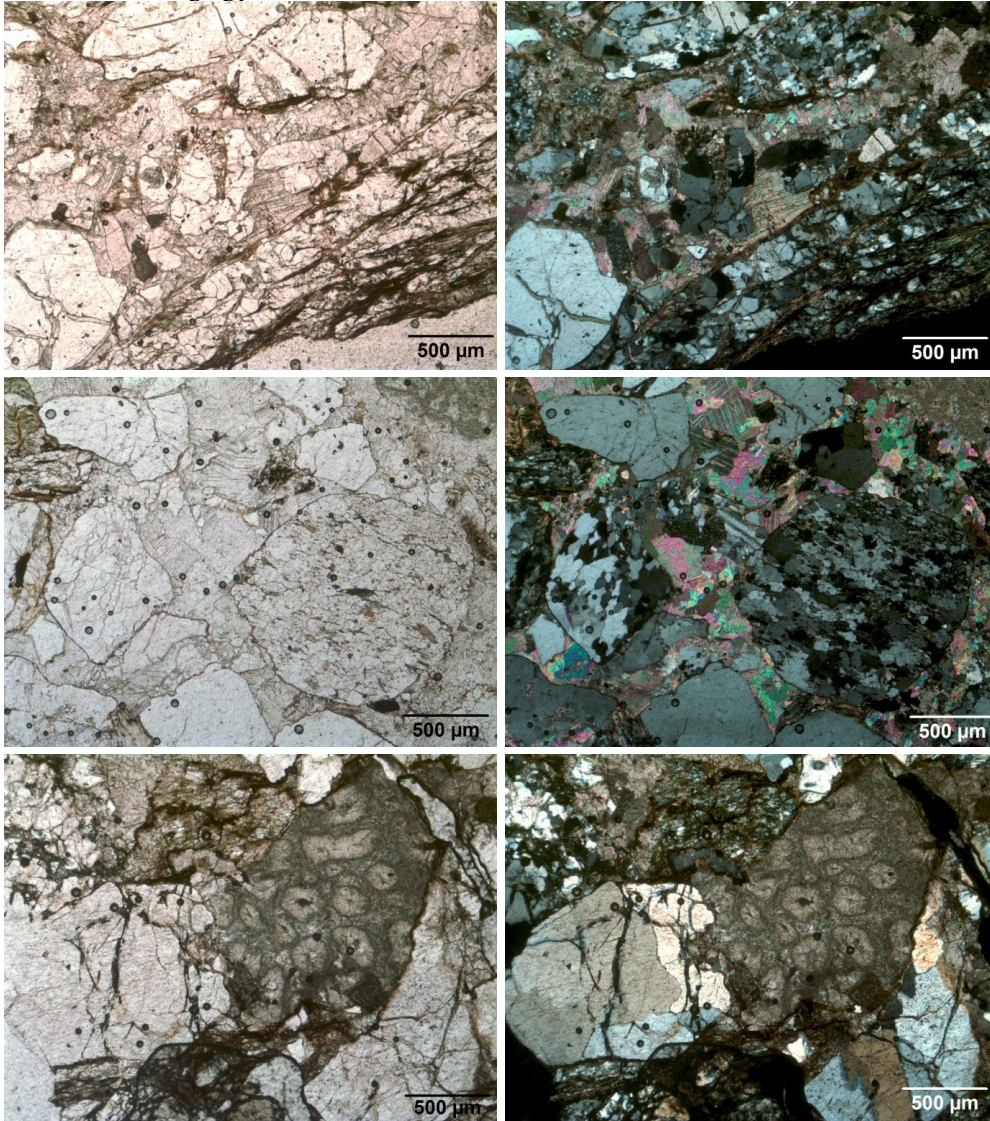
2017.1.24.2a

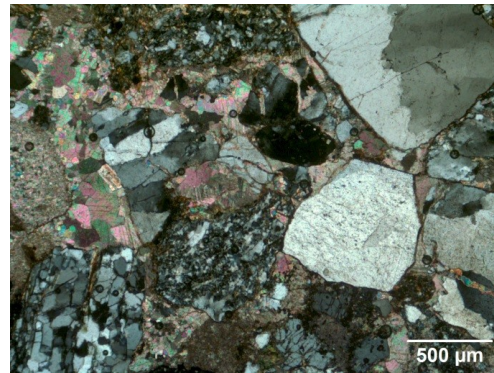
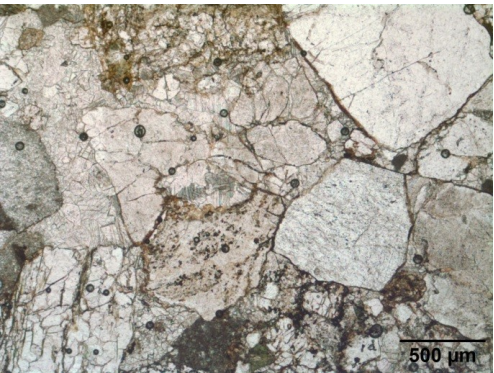
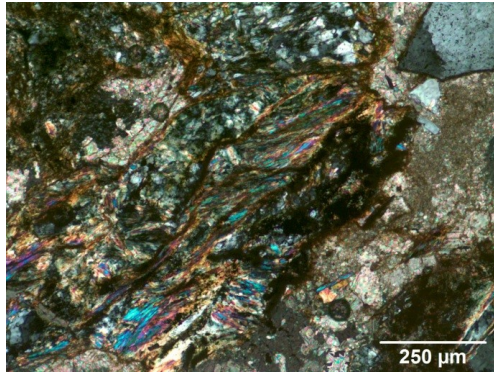
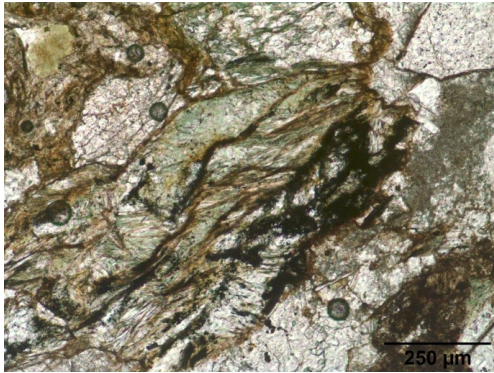
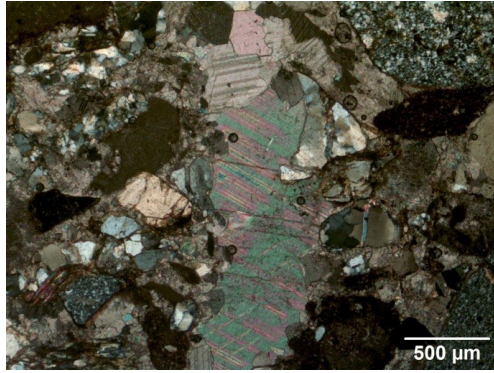
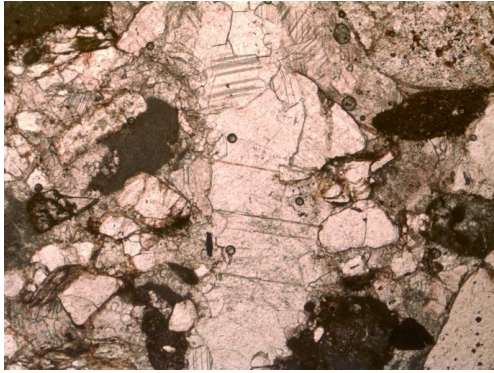
Nagyméretű (néhány mm) kalcitkristályokból áll. A minta az alapozás kőanyagát átszelő durvakristályos kalcitéből származik. A peremek felé a szemcseméret csökken (néhány 10 μm).



2017.1.24.2b

A minta a 2017.1.24.1 jelű mintához hasonló: meszes kötőanyagú homokkő, azonban itt a klasztok nagyobb méretűek. Néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők meg benne. A klasztok mérete változó: néhány 100 μm – néhány mm (közepesen osztályozott homokkő). A klasztok uralkodóan kvarc és kvarcit törmelékek. Egy-egy csillám (főképp szericit), földpát (plagioklász), klorit, illetve gipsz szemcse is megfigyelhető. Polimikt homokkő. A kötőanyag meszes anyagú (a klasztok közti teret finomszemcsés (néhány μm – néhány 10 μm) kalcitkristályok töltik ki). Egy vékony ~500 μm kalcitér is átszeli a mintát. A kvarcit anyagú kőzettörmelékek mellett ősmaradványos (krinoideás?) mészkőtörmelék is megfigyelhető.

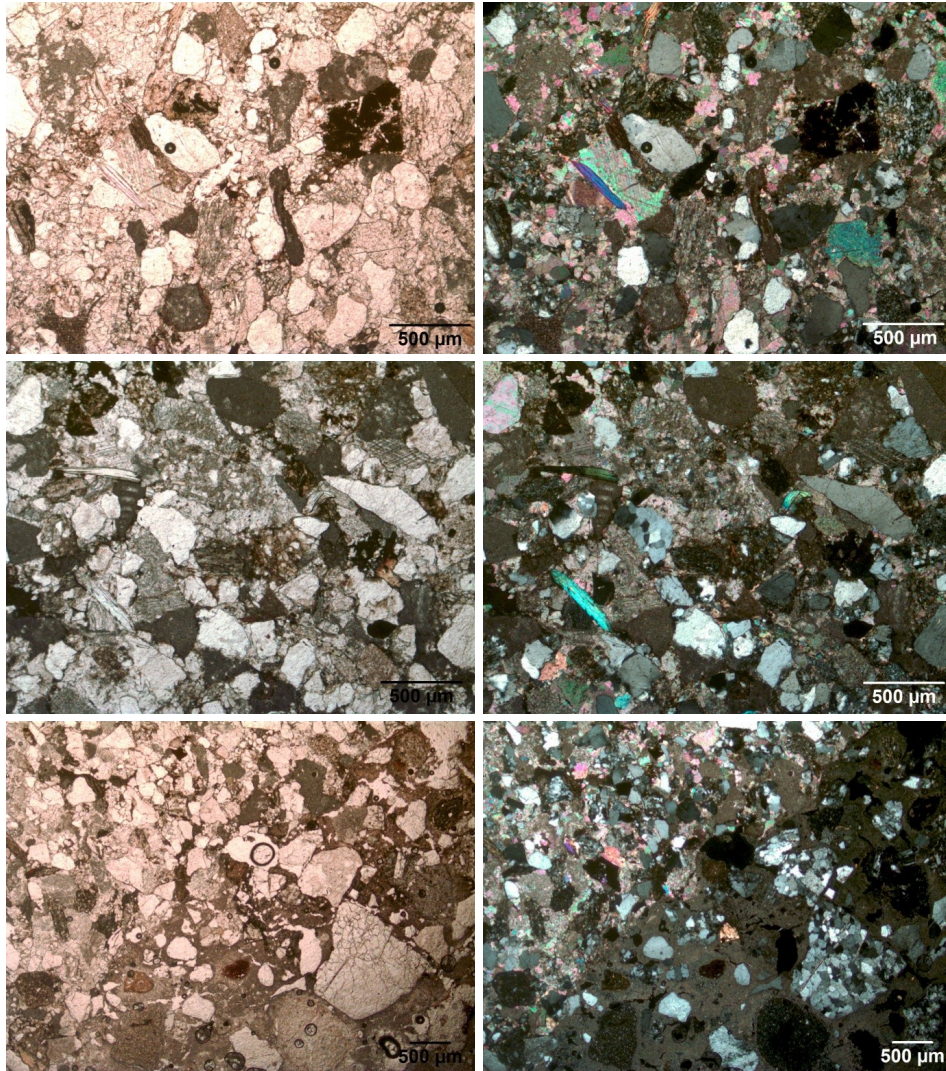


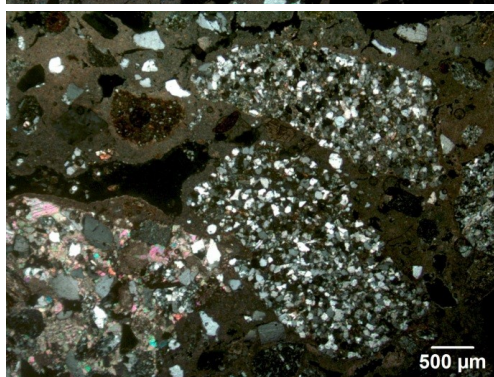
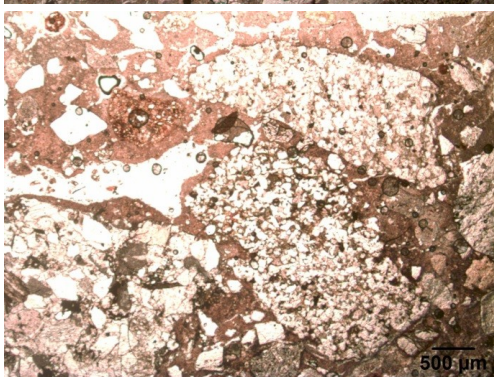
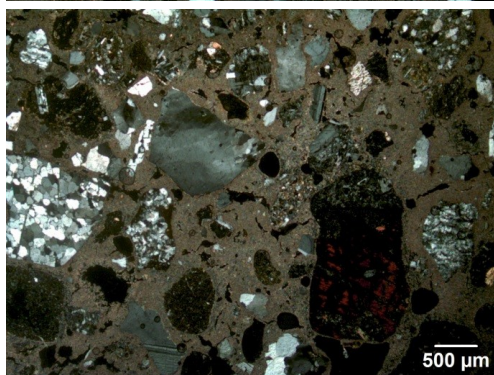
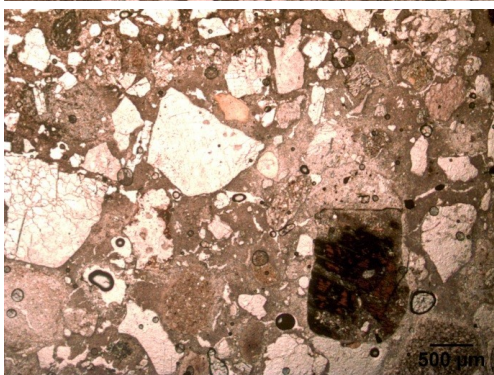
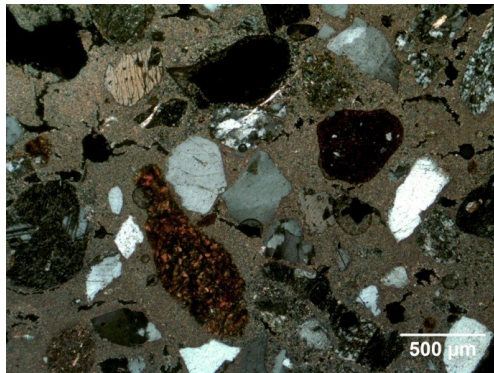
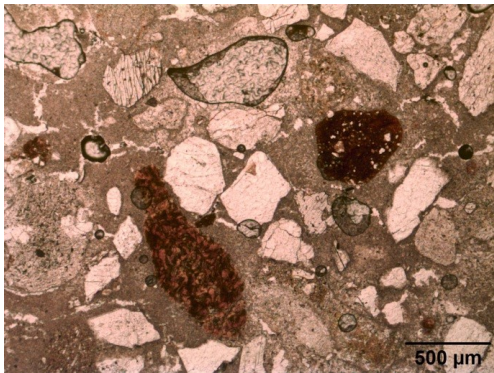
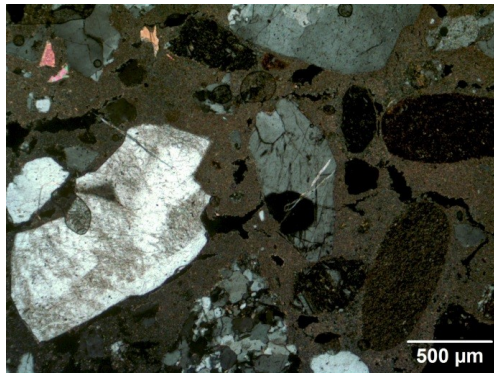
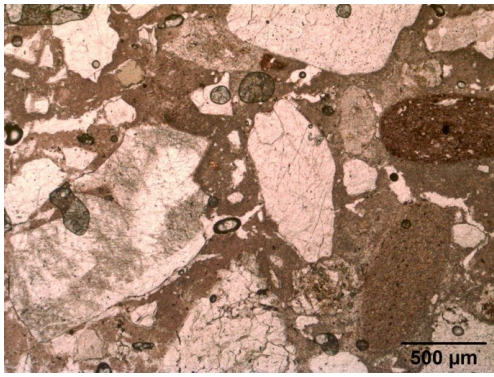


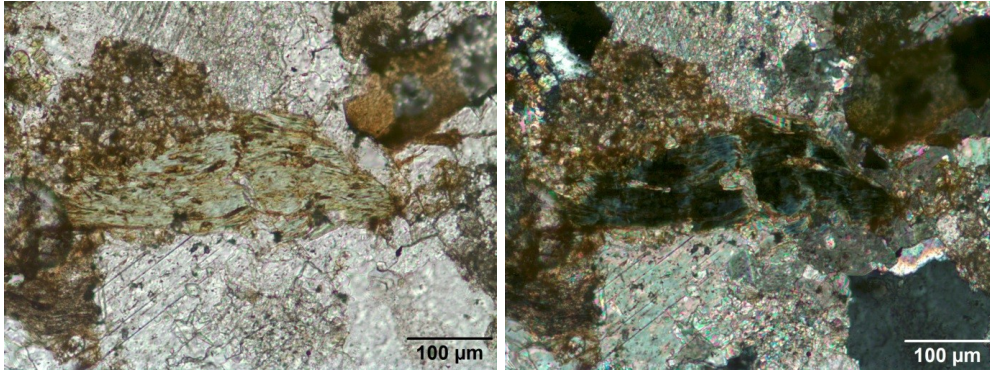
2017.1.24.3

Kőzetanyag: A minta hasonlít a korábbi két homokkőhöz (meszes kötőanyagú homokkő), azonban szemcseméret finomabb. Néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők meg benne. A klasztok mérete változó: néhány $10\ \mu\text{m}$ – néhány $100\ \mu\text{m}$ (közepesen osztályozott homokkő). A klasztok uralkodóan kvarc és kvarcit törmelékek. Egy-egy csillám, földpát, klorit, amfibol szemcse is megfigyelhető. Polimikt homokkő. A kötőanyag meszes anyagú (a klasztok közti teret finomszemcsés (néhány μm – néhány $10\ \mu\text{m}$) kalcitkristályok töltik ki).

Habarc: a mátrix meszes anyagú (nagyon finomszemcsés). Nagyméretű ásvány-, illetve kőzettörmelékek figyelhetők meg (néhány $100\ \mu\text{m}$ – több mm): kvarc, kvarcit, földpát, homokkő.



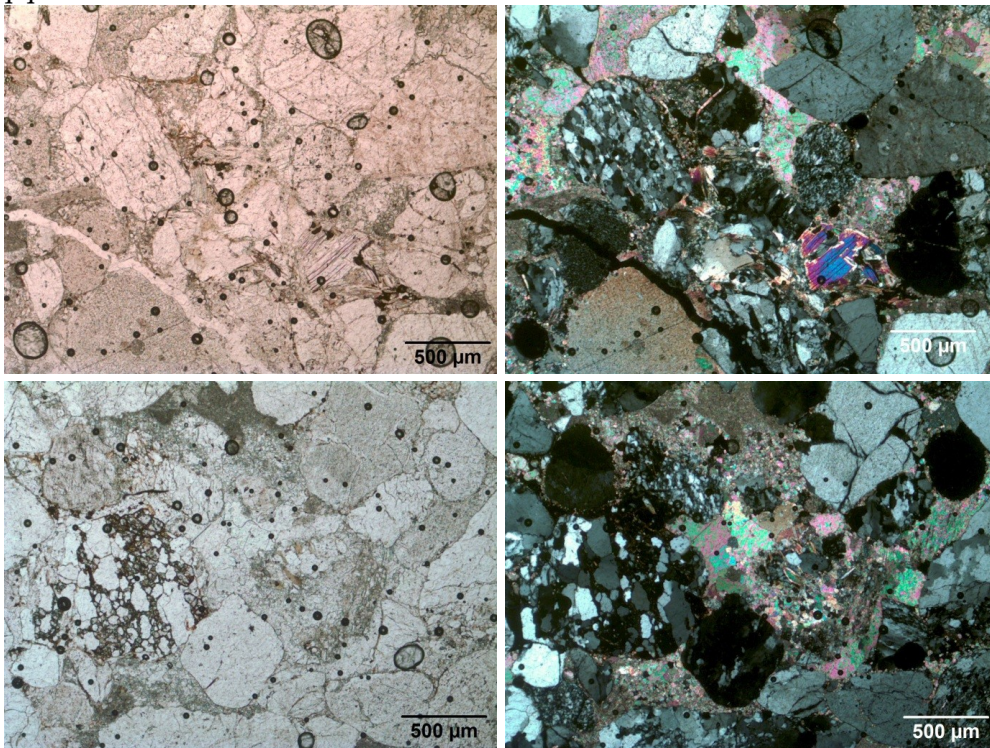


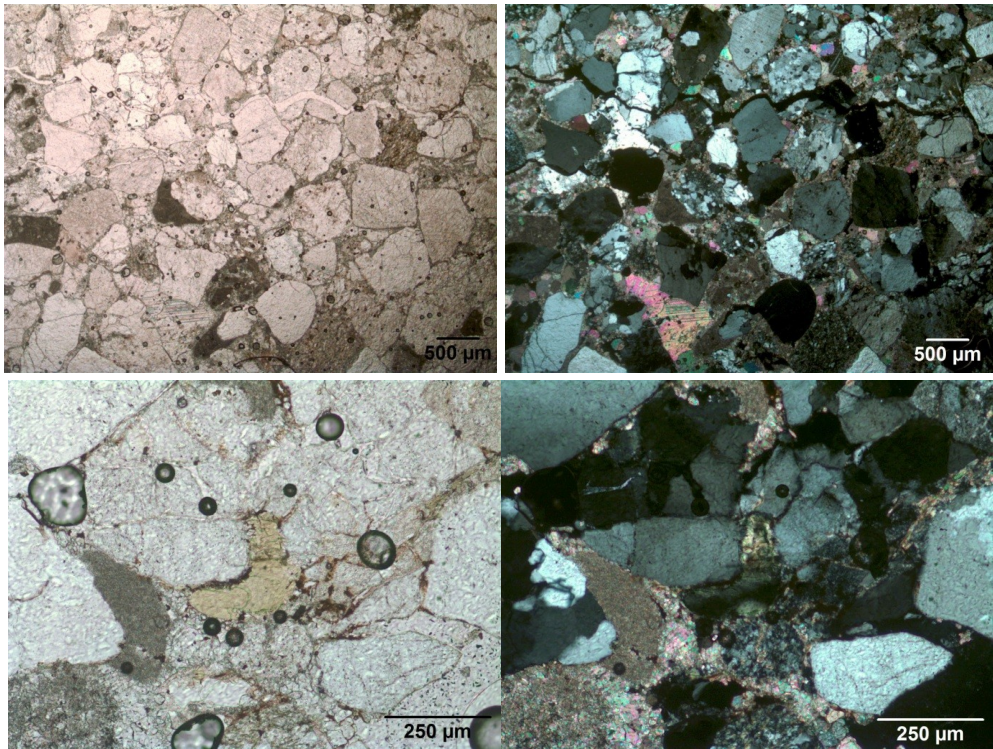


2017.1.24.4

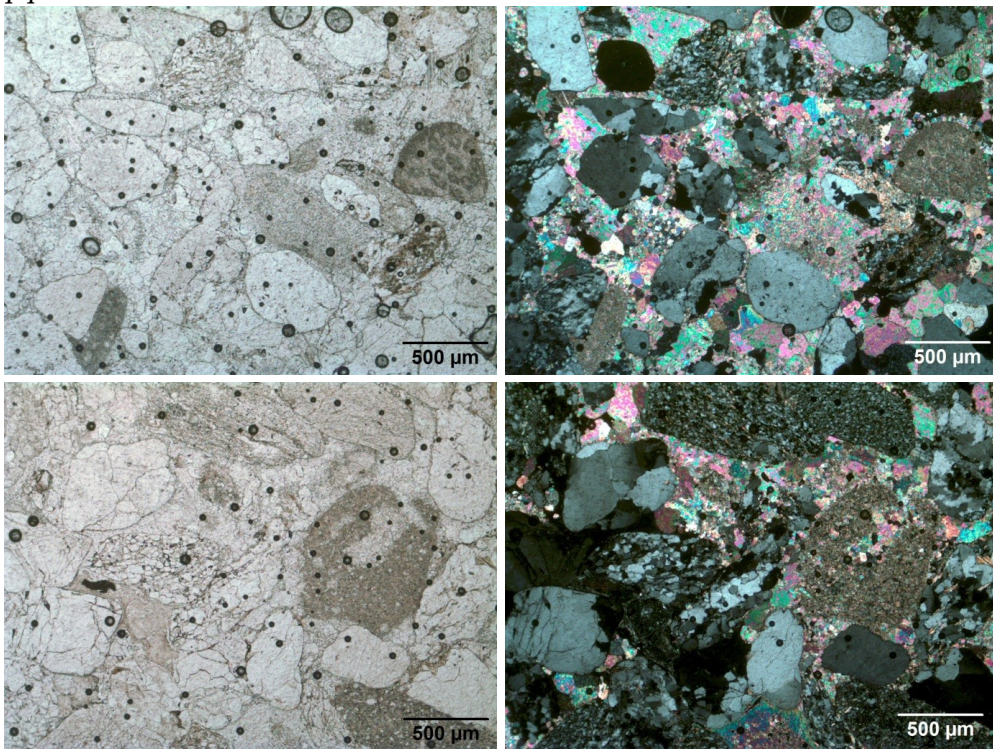
Mindkét minta hasonlít a korábbi kőzetmintákhoz: meszes kötőanyagú homokkő. Néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők meg benne. A klasztok mérete változó: néhány 100 µm – néhány mm (közepesen jól osztályozott homokkő). A klasztok uralkodóan kvarc és kvarcit törmelékek. Egy-egy csillám, földpát, klorit szemcse is megfigyelhető. Polimikt homokkő. Mészkrétörmelék (krinoideás?) is megjelenik. A kötőanyag meszes anyagú (a klasztok közti teret finomszemcsés (néhány µm – néhány 10 µm) kalcitkristályok töltik ki).

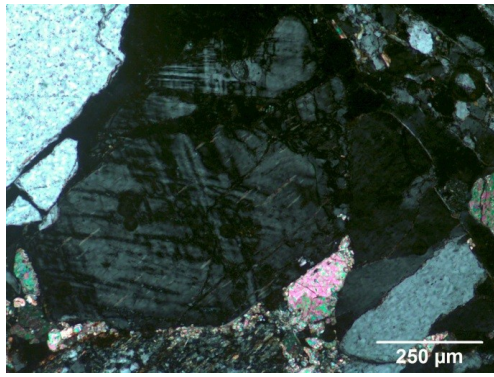
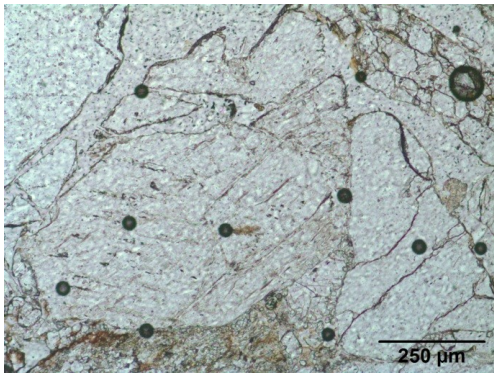
2017.1.24.a





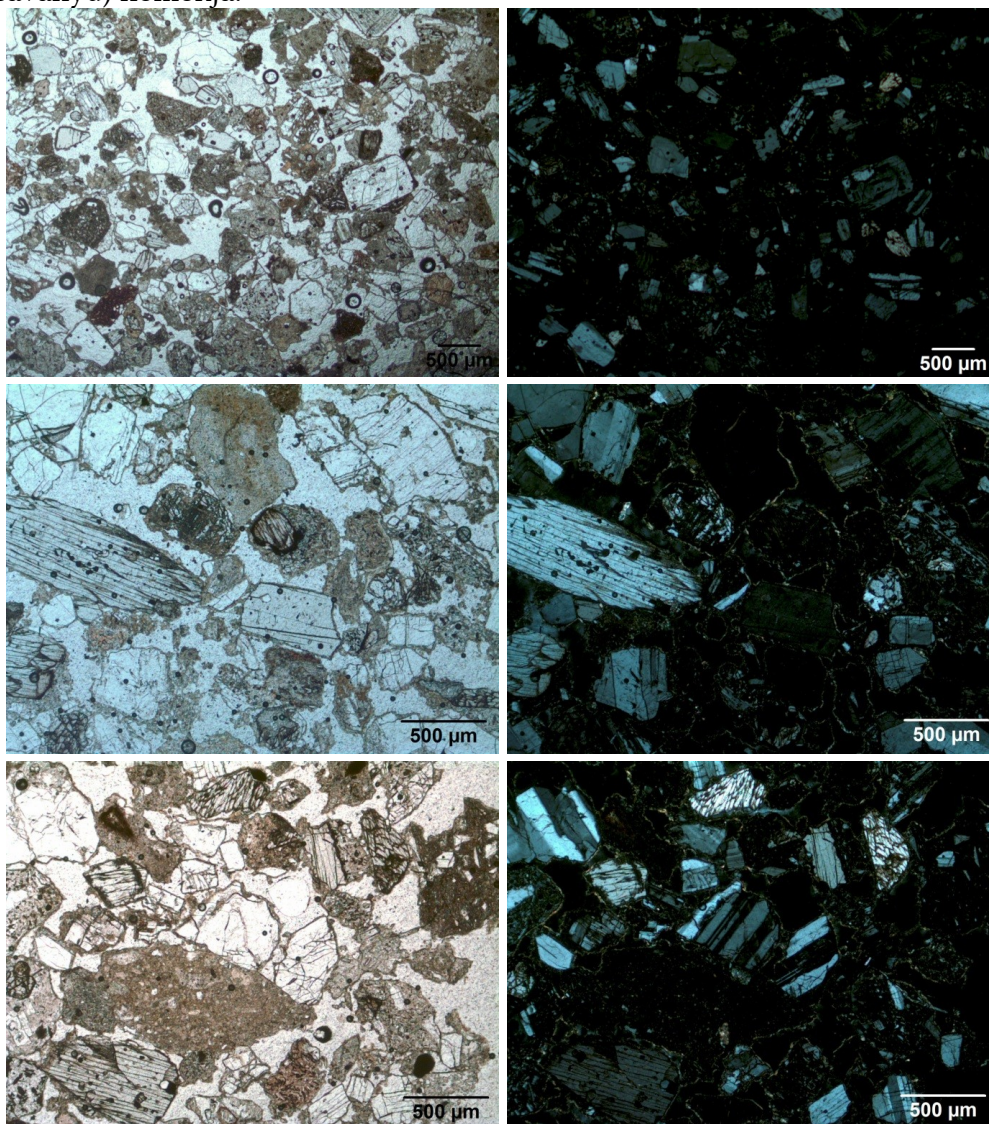
2017.1.24.4b





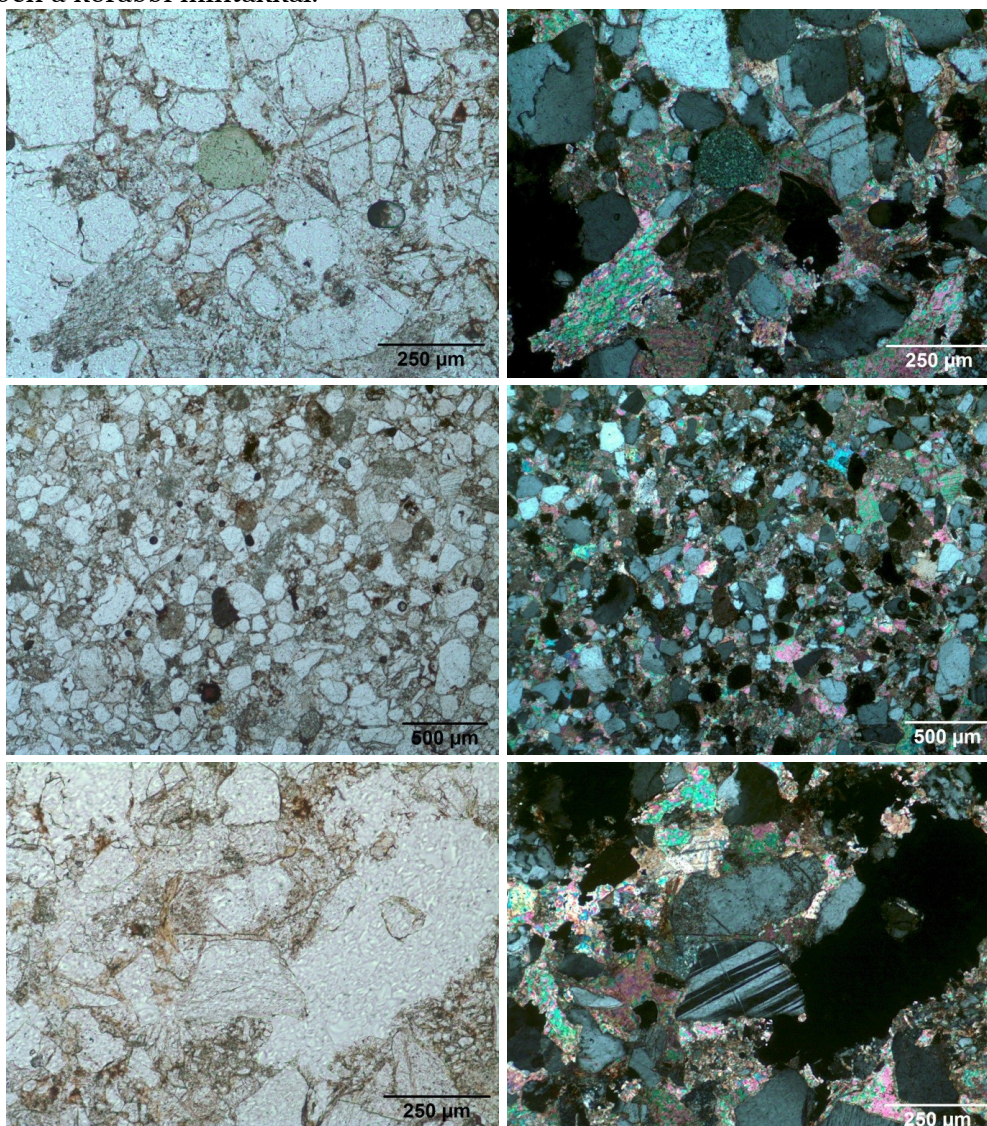
2017.1.24.6

Az előző kőzetmintáktól mind szövetileg, mind ásványos összetételében eltérő. Uralkodóan sajátalakú, zónás plagioklász- és kvarckristályok alkotják. Az ásványok mérete néhány 10 μm – néhány 100 μm . Néhány amfibol, klorit, illetve szericit is megfigyelhető. A szemcsék közti teret kőzetüveg (?) tölti ki. Homokkő, ami áthalmozott andezites piroklasztit (neutrális, inkább savanyú) homokja.



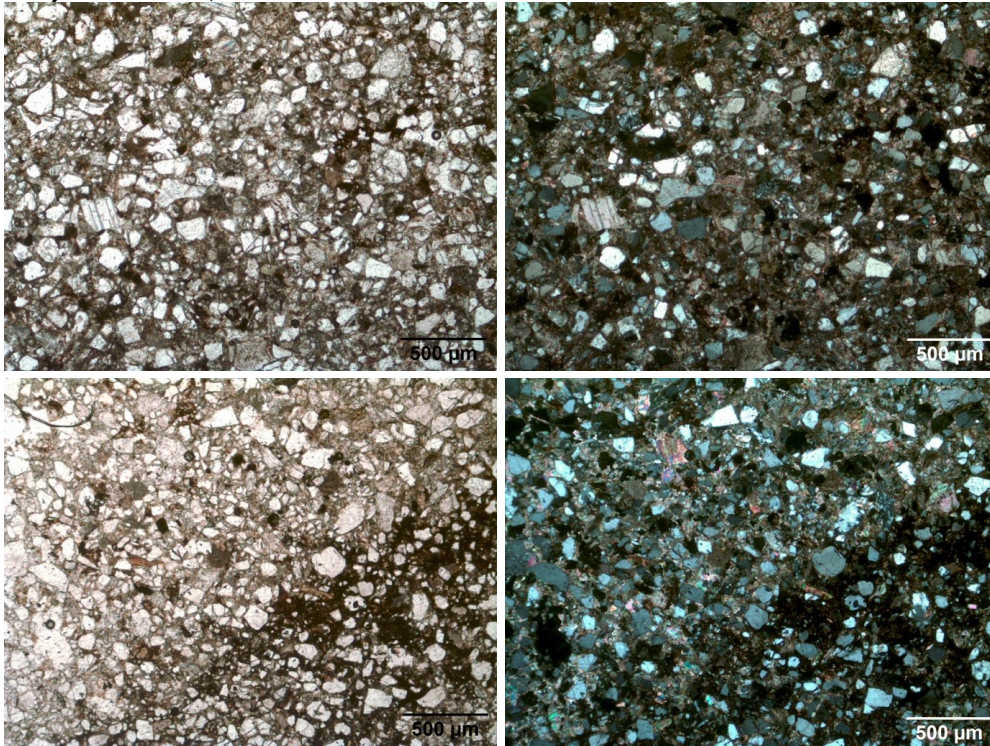
2017.1.24.16

A minta meszes kötőanyagú homokkő. Néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők meg benne. A korábbi homokkövekhez képest finomabb szemcseméret jellemzi. A klasztok mérete változó: néhány 10 μm – néhány 100 μm (viszonylag jól osztályozott homokkő). A klasztok uralkodóan kvarc. Egy-egy csillám, földpát (plagioklász), klorit szemcse is megfigyelhető. A kötőanyag meszes anyagú (a klasztok közti teret finomszemcsés (néhány μm – néhány 10 μm) kalcitkristályok töltik ki). Kvarcittörmelékek nincsenek, ellentétben a korábbi mintákkal.



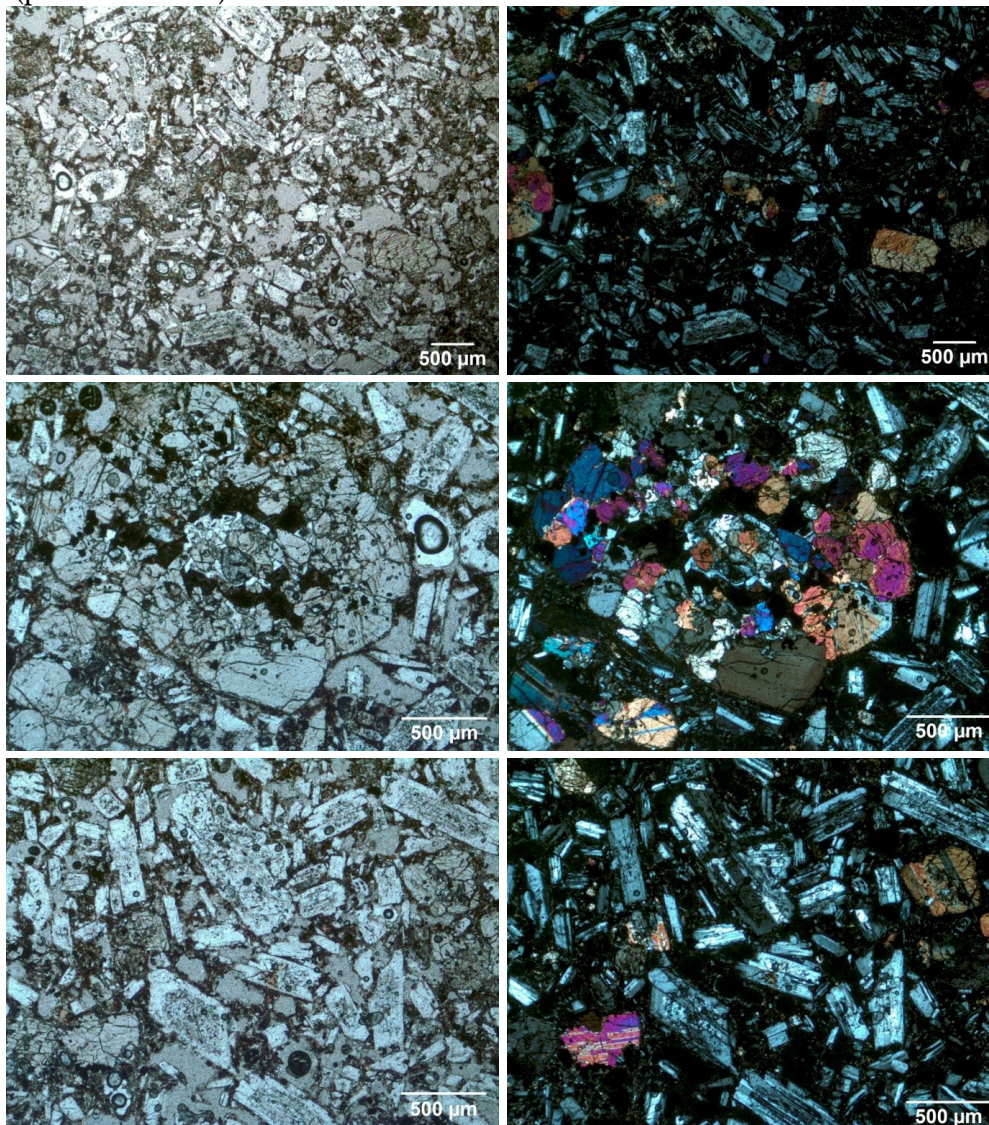
2017.1.24.17

A minta a 2017.1.24.16 mintához teljesen hasonló (meszes kötőanyagú homokkő). Néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők meg benne. A korábbi homokkövekhez képest finomabb szemcseméret jellemzi. A klasztok mérete változó: néhány 10 μm – néhány 100 μm (viszonylag jól osztályozott homokkő). A klasztok uralkodóan kvarc. Egy-egy csillám, földpát (plagioklász), klorit szemcse is megfigyelhető. A kötőanyag meszes anyagú (a klasztok közti teret finomszemcsés (néhány μm – néhány 10 μm) kalcitkristályok töltik ki). Kvarcittörmelékek nincsenek, ellentétben a korábbi mintákkal.



2017.1.24.18

Az előző két kőzetmintától mind szövetileg, mind ásványos összetételében eltér, azonban hasonlít a vargyasi rovásírásos kő anyagához. Uralkodóan sajátalakú/törmelékes, zónás plagioklász-kristályok alkotják. Az ásványok mérete néhány 10 μm – néhány 100 μm . Néhány kalcit, mállott augit (piroxén), illetve hematit szemcse is megfigyelhető. A szemcsék közti teret kőzetüveg (?) tölti ki. A kőzet valamilyen átalakul, mállott savanyú-neutrális vulkanit (piroxénandezit).



III. Függelék: Ásványos összetétel (XRD)

Készítette: Tóth Mária

**MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet
Archeometriai Kutatócsoport
1112 Budapest, Budaörsi út 45.**

A) XRD eredmények összefoglaló táblázat

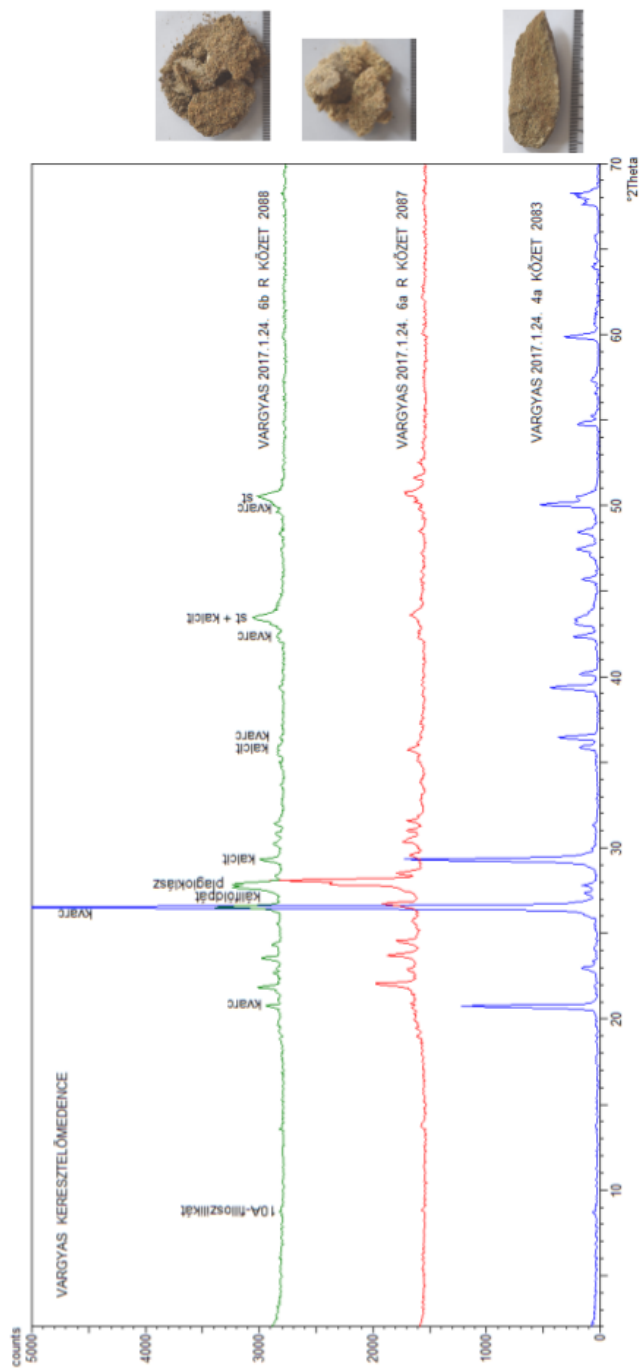
Lelőhely Mintaszám	Minta	Fázisösszetétel	Kor	Fotó
Vargyas				
2017.1.24.1	kőanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > gipsz > amfibol		
2017.1.24.2a	kőanyag	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > amfibol (ny)		
2017.1.24.2b	kőanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > gipsz > amfibol (ny)		
2017.1.24.3	kőanyag (meszes kötőanyagú homokkő) +habarcs	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > amfibol (ny)		
2017.1.24.4a	kőanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit >> 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > káliföldpát		
2017.1.24.4b	kőanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit >> 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > káliföldpát		
2017.1.24.5	vakolás?	kalcit >> kvarc >> káliföldpát . > plagioklász		
2017.1.24.6a	kőanyag (homokkő, ami áthalmazott andezites piroklasztit homokja)	plagioklász >> kvarc > kalcit, dolomit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) kőzetüveg		
2017.1.24.6b	kőanyag	plagioklász > kvarc > 10Å-ös		

Lelőhely Mintaszám	Minta	Fázisösszetétel	Kor	Fotó
	(homokkő, ami áthalmozott andezites piroklasztit homokja)	filloszilikát (szericit-illit) > kalcit > dolomit > amfibol, klorit, káliföldpát (ny) kőzetüveg		
2017.1.24.7	Talaj- maradvány	kvarc >>> kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > klorit > amfibol, szmektit (?) (kvarc rendezetlen!)		
2017.1.24.8	fehér lerakódás	kalcit >> kvarc ≥ plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit- illit) > dolomit (?)		
2017.1.24.9a	fehér lerakódás	kalcit, kvarc > plagioklász > káliföldpát >> klorit (ny), 10Å-ös filloszilikát (szericit- illit)		
2017.1.24.9b	fehér lerakódás	kvarc, kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit- illit), klorit > dolomit (?) > szmektit (?)		
OSZ 1456	tégla (durva kerámia)	kvarc >> plagioklász, káliföldpát > hematit > 10Å- ös filloszilikát (szericit-illit) > gehlenit		
OSZ 1456	fehér meszelés	kalcit >>> kvarc, plagioklász > klorit		
Homoród- karácsonyfalva				
2017.1.24.10	habarcs	kvarc >>> kalcit > plagioklász > káliföldpát > amfibol > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > dolomit, klorit (ny)		
2017.1.24.11	vakolat	kvarc >>> kalcit > plagioklász > káliföldpát > amfibol > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > dolomit, klorit (ny)		

Lelőhely Mintaszám	Minta	Fázisösszetétel	Kor	Fotó
2017.1.24.12a	tégla	kvarc >>> 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > plagioklász > káliföldpát > kalcit > gipsz > klorit (001)	1800– –1840	
2017.1.24.12b	tégla	kvarc >>> kalcit > plagioklász > káliföldpát > amfibol, 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit)		
2017.1.24.13	habarcs	kvarc >> kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > klorit (ny), káliföldpát (ny), dolomit (?)		
2017.1.24.14	korhadt fa			
2017.1.24.15	habarcs	kvarc >> kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), klorit > amfibol > káliföldpát		
2017.1.24.16	kőanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc, kalcit > plagioklász ≥ 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), > gipsz, klorit		
2017.1.24.17	kőanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc, kalcit > plagioklász > káliföldpát ≥ 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) >> klorit		
2017.1.24.18	kőanyag (mállott piroxénande zit)	plagioklász >>>> kalcit > hematit		
2017.1.24.19	fehér anyag	plagioklász, talk, félhidrát, kvarc Mg-laurát, glicerol, Na-tartarát hidrát (?)		
2017.1.24.20	habarcs	kalcit > kvarc > plagioklász > dolomit > 10Å filloszilikát > gipsz > kaolinit?		

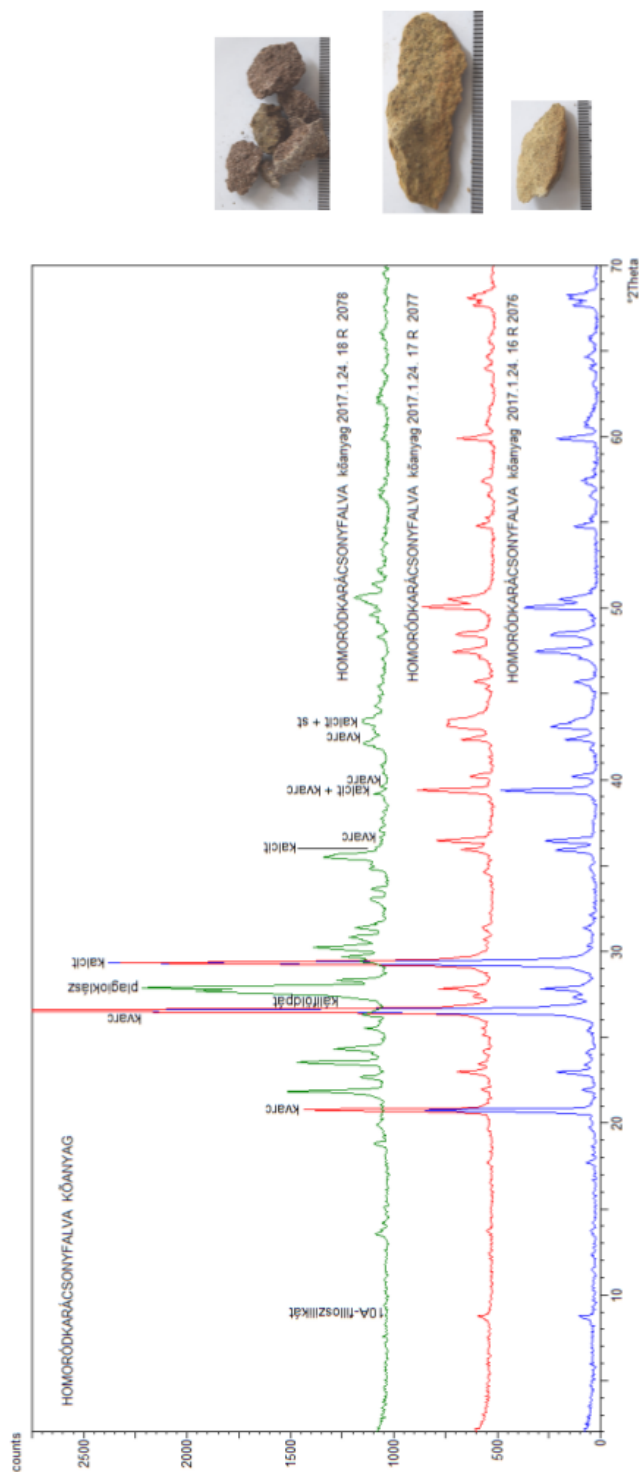
Lelőhely Mintaszám	Minta	Fázisösszetétel	Kor	Fotó
2017.1.24.21	fehér anyag	plaggiokász, talk, félhidrát, kvarc Mg-laurát, glicerol, Na- tartarát hidrát (?)		
Székelyderzs				
2017.1.25.1	tégla (durva kerámia)	kvarc >>> káliföldpát > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > gehlenit > kalcit > amfibol > dolomit (?)	1420– –1500	
2017.1.25.2a	meszelés	kalcit >>>kvarc > plagioklász >> 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) ny		
2017.1.25.2b	meszelés	kalcit >>> kvarc > gipsz > gehlenit		
2017.1.25.3	vakolat	kvarc >>> plagioklász > kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > amfibol > klorit (ny), dolomit?		
2017.1.25.4	tégla	kvarc >>> kalcit, plagioklász > klorit	1380– –1500	
Haáz Rezső Múzeum, Székely- udvarhely				
2017.1.25.5	tégla	(vörös) Plagioklász > kvarc > diopszid > káliföldpát, hematit, kalcit (fekete) Kvarc > plagioklász > diopszid > maghemit > wüstit > 10Å-ös filloszilikát	1680– –1760	

B) Diffraktogramok

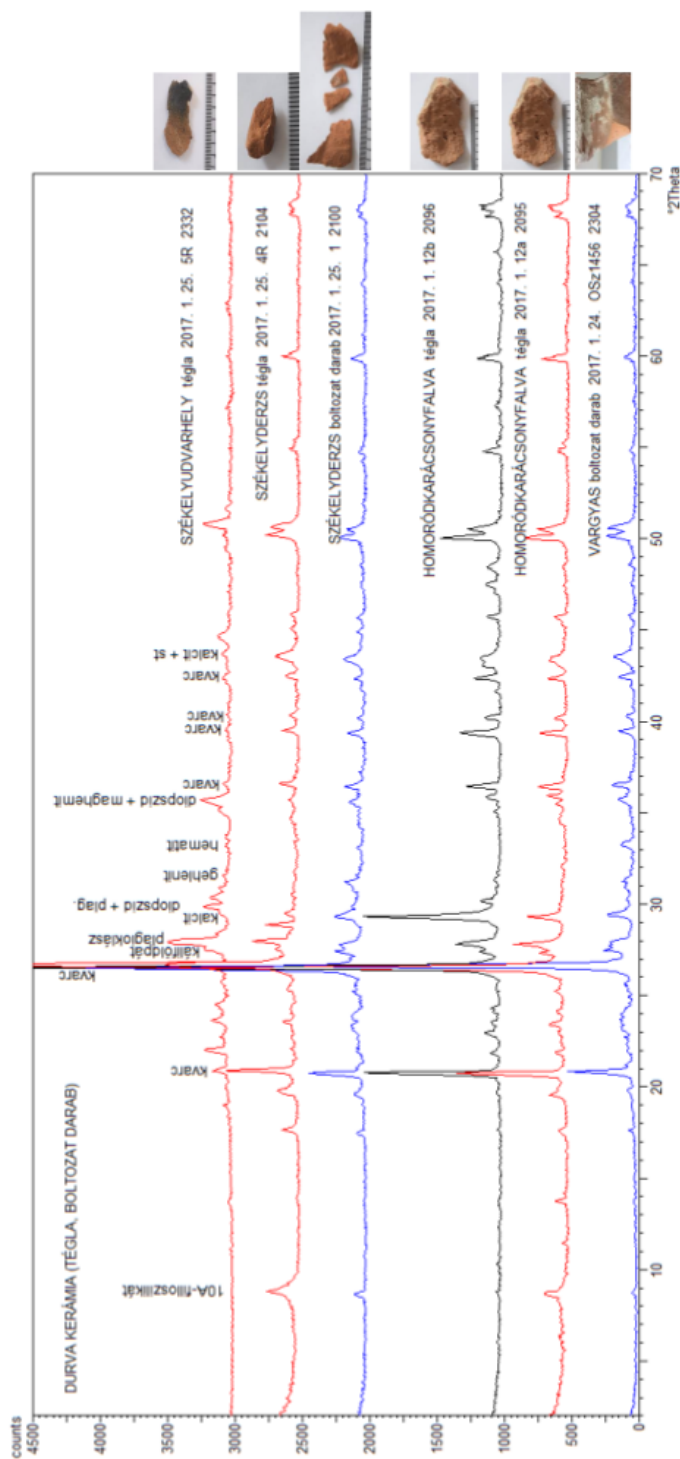


Várgyason épület alapozásból (1, 2a, 2b, 4a, 4b), illetve a rovásírásos keresztelőlomედენცéből (6a, 6b) vizsgáltunk kőzetmintákat.

A 4a minta diffraktogramja jellemző képet ad az alapozásból származó **meszes kötési homokkő** anyagáról. A rovásírásos keresztelőlomედენცე anyaga (6a, 6b) ezektől alapvetően eltérő összetételű homokkő, ugyanis főleg **andezites piroklasztitokat** tartalmazó, **földpátdús homokkőnek** tekinthető.

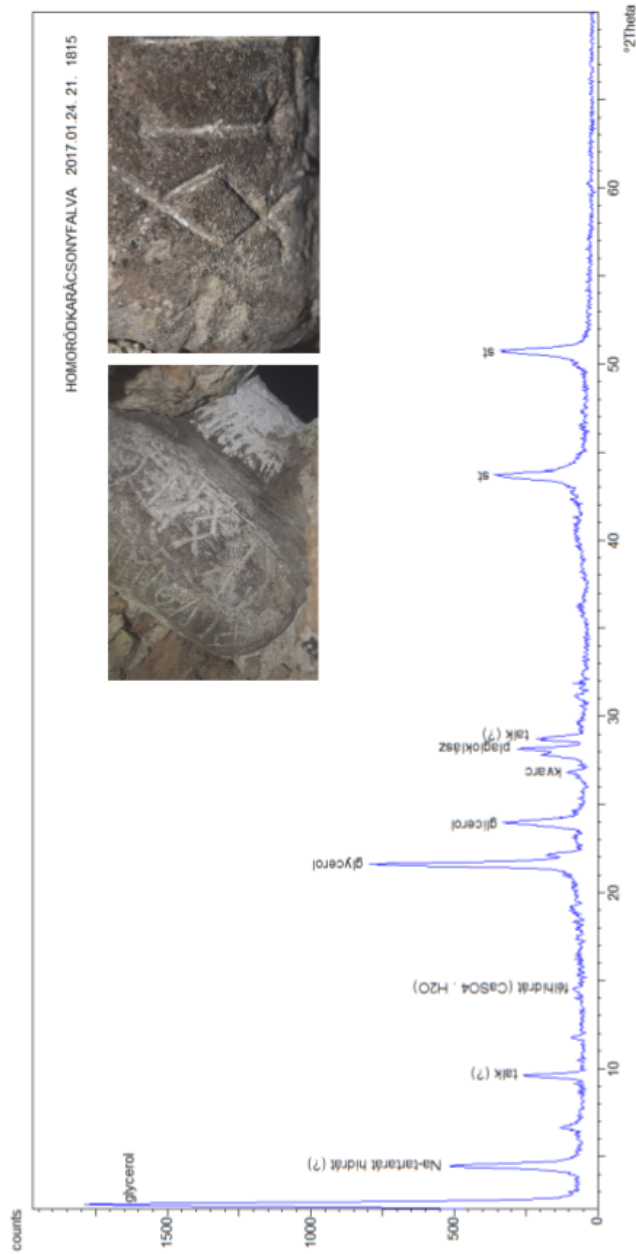


A vizsgált három homoródkarácsonyfalvai közötti két **meses kőfőanyagú homokkő** (16R, 17R) egy pedig **mállott piroxén andezit** (19R). Mindhárom kőzetmintát rovásos környezetből vettük. Mivel ezek egy környezetből származó minták, az anyaghasználat különbözősége nem tűnik alkalmasnak korszakos elkülönítésre.



A durvakerámia (tégla, boltozati elemek) anyag több szempontból is fontos a kutatás jelenlegi szakaszában is. Alapadatokat nyerhetünk a TL vizsgálatokkal a készítési körülmények, technológiai jellemzők (égetési hőmérséklet, szöveti jellemzők), nyersanyaguk provenienciája körülhatárolására. A röntgen porifrákcióval meghatározott fázisösszetétellel égetési hőmérséklet, nyersanyag-jellemzők állapíthatók meg.

A durvakerámia leletek mindegyike meszes nyersanyagból, de eltérő égetési körülmények között készült. A fekete magvas téglák (Homoródkarácsonyfalva 12a, 12b, Székelyudvarhely SR) gyors felfűtéssel, viszonylag rövid hőtartással készültek. Maximális égetési hőmérsékletük nem haladta meg a 700–800 °C-ot. A boltozati elemek Székelyudvarhely 26., Vargyas 24.) valószínűsíthetően egyenletesen felfűtéssel, hosszabb hőtartással készültek, de ezeknél a hőmérséklet elérte a gheinit és diopszid képződés hőmérsékletét. Az eddig vizsgált darabok potenciális nyersanyagai közötti különbség nem haladja meg egy-egy nyersanyaglélethez természetes geológiai változékonyságát, jelenlegi adataink még nem elegendőek provenienciára meghatározáshoz, de azt nagy biztonsággal állíthatjuk, hogy az egyes települések közeli agyaggyerő helyeit bányászhatták.



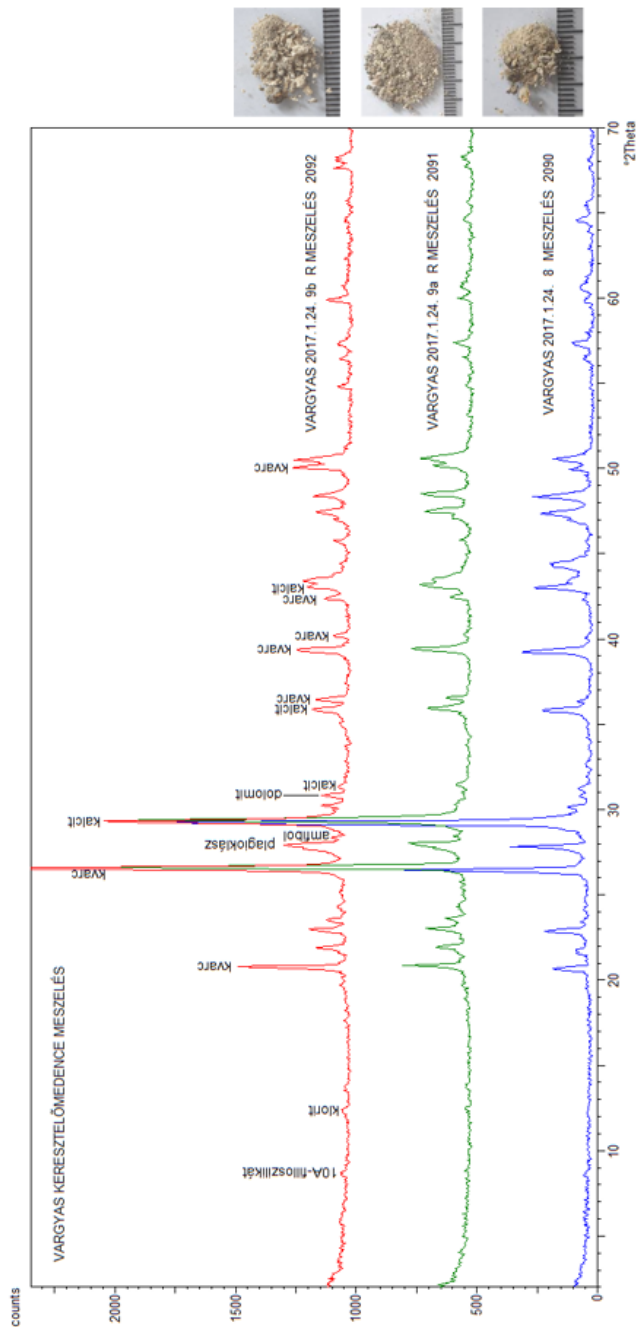
A vizsgálatba bevont kőzet és kerámia – rovásírással kapcsolatos – tárgyak felületén különös gonddal gyűjtöttük be a fehér „anyaglerakódásokat”. Vizsgálatukat az is indokolta, hogy elkülöníthetők legyenek a szándékosan meszelt felületek, a talajba kerülés után képződött sókiválások, illetve az egyéb beavatkozások nyomán kialakult maradványok. Ez a vizsgálat az izotópanalitikai interpretáció háttérül is szolgált.

Homoródkarácsonyfalván begyűjtött fehér anyag vizsgálata egyértelműen kizárta annak meszelés eredetét.

A fehér réteg-, gipsz másolat készítés leválasztó rétege !

Fázisösszetétel: Plagioklász, talk, féhidrát, kvarc

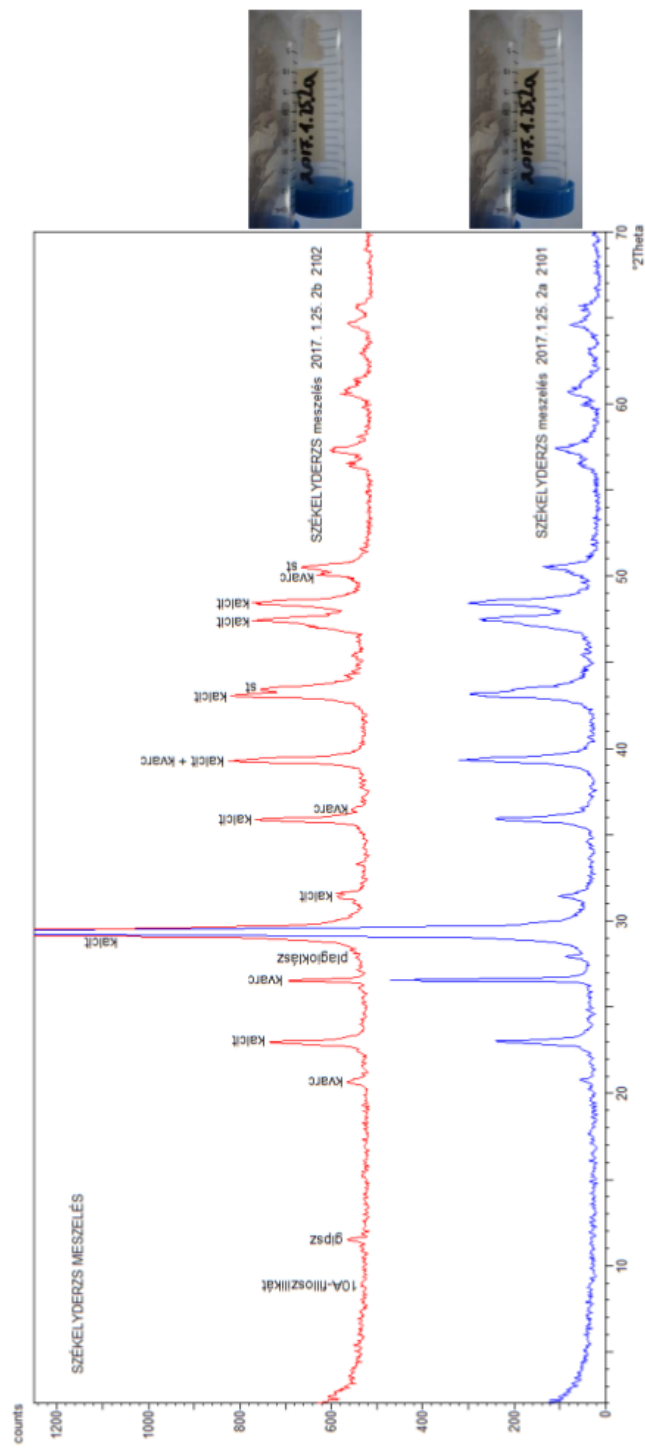
Mg-laurát, glicerol, Na-tartarát hidrát (?)



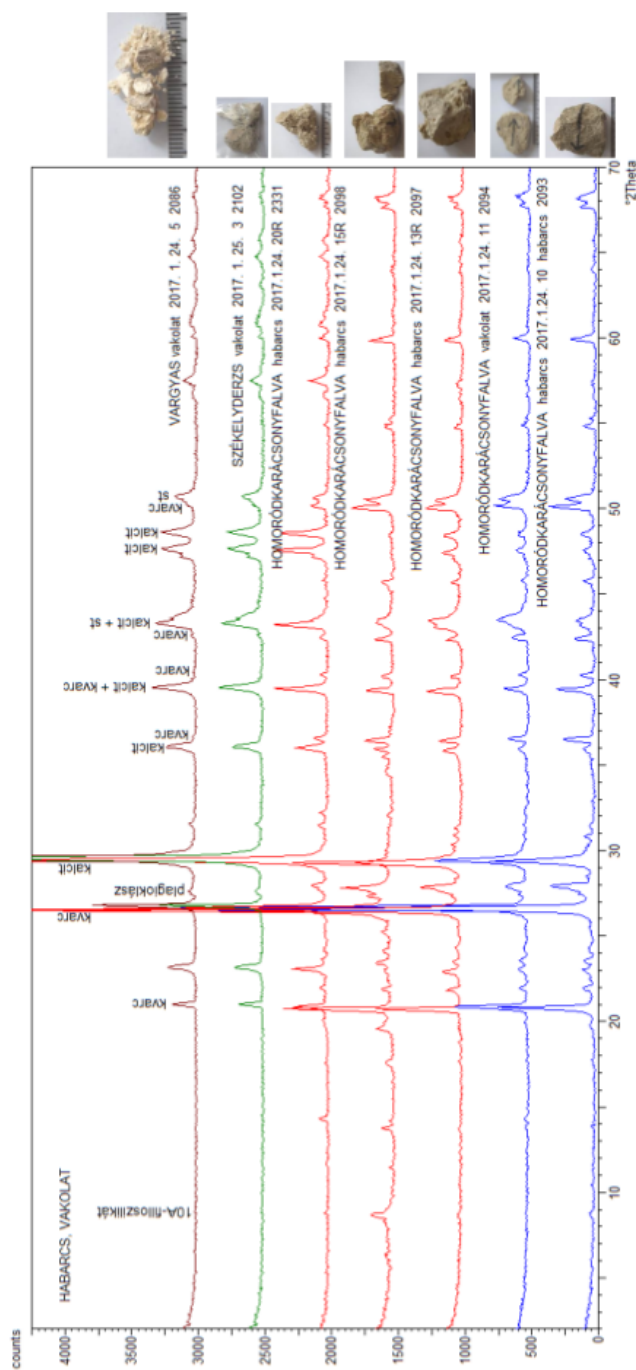
A vargyasi FEHÉR lerakódás minták mindegyike tartalmaz a tiszta kalciumkarbonáton kívül több kevesebb mennyiségű kvarc, plagioklász, filloszilikát, klorit fázist. Ezek alárendelt mennyiségben szennyeződésnek is rákérülhetnek a fehér rétegre, de részben származhatnak a hordozó kőzetből is, ugyanis a rétegek változó vastagsága miatt elkerülhetetlen volt a mintavételkor az alaptest anyagának hozzákeveredése. 8: „**vastagabb**” = fehér színű lerakódás a székelv írásos keresztelődmedence faláról (talajkarbonát, vagy korabeli meszelés?), 9a, 9b = fehér színű lerakódások a székelv írásos keresztelődmedence faláról (2017.1.24. 9a és 2017.1.24. 9b más-más helyről származik) (korabeli meszelés nyoma, vagy talajkarbonát?))

Mivel mindegyik fehér minta ugyanabban a talajban volt, nem érthető a 8. minta miért nem mutatja a talajkarbonátnak vélt izotópos eltolódást. Ezt nem lehet jelenleg egyértelműen magyarázni. Mindenképpen további mintavételt (talaj, kőzet, fehér lerakódások) és kutatást igényel.

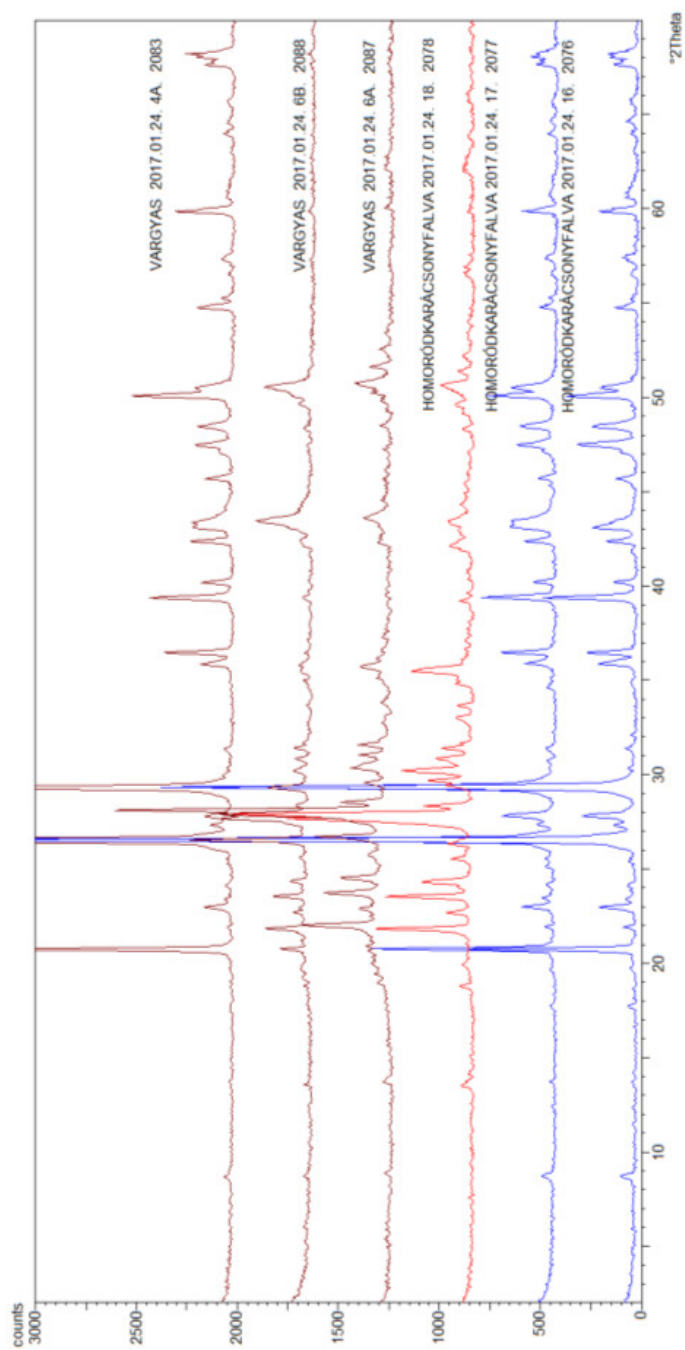
Mintaszám /fázisösszetétel (tömeg%)	kvarc	plagioklász + kálföldpát	10 Å-os rétegszilikát	Klorit + szmektit	amfibol	kalcit	dolomit	gipsz	Hematit +/ goethit	file név	Minta jellege
2017.1.24.7	45	30	6	5	<1	15	<1	-	-	2089	talaj
2017.1.24.8	19	17	3	-	-	60	<1	-	-	2090	fehér lerakódás
2017.1.24.9a	30	23	<1	-	-	46	-	-	-	2091	fehér lerakódás
2017.1.24.9b	38	20	5	4	-	31	2	-	-	2092	fehér lerakódás
OSZ-1456-1	5	3	2	-	-	86	2	-	2	2528	meszelés
OSZ-1456-2	1	< 1	-	-	-	97	<1	-	ny	2529	meszelés
OSZ-1456-3	2	nyom	-	-	-	98	-	-	-	2530	meszelés
OSZ-1456-4	2	2	-	-	-	85	-	-	1	2531	meszelés
OSZ-1456-5	2	nyom	12	-	-	86	-	-	-	2532	meszelés



A székelyderzsi minták (2a, 2b) mindegyike meszelésnek tekinthető.



A helyszíni mintagyűjtéskor megkülönböztettünk „vakolat” (nagyobb felületre kiterjedő), illetve a kövek közötti térből, fugakából elkülöníthető „habarcs” jellegű anyagokat. A homoródkarcsonyfalvak minták fázisösszetétele nem mutatja ennek a megkülönböztetésnek az egyértelműségét, ugyanis a „habarcs” (11.) és a „vakolat” (15R, 20R) mintákban is találunk példát a homok : mész arány eltérő voltára. A várvagyasi (5) és székelyszerdési (3) „vakolatok” nagyobb karbonát tartalmuk, megfelelnek egy középkori keverési aránynak. A továbbiakban érdemes lenne meghatározni a rétegződés, a szövetszerkezet és összetétel módosulatait megfigyelni. Ez lehetőséget adna a habarcsok mésztartalma stabilizotóp vizsgálati eredményeinek pontosítására is.



IV. Függelék: Stabilizotóp-geokémiai vizsgálatok

Készítette: Fórizs István

**MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet
Archeometriai Kutatócsoport
1112 Budapest, Budaörsi út 45.**

A székely írásos emlékek archeometriai vizsgálata projekt keretében 2017. január 24–25-én Vargyason, Homoródkarácsonyfalván, Székelyderzsen és Székelyudvarhelyen vettünk mintákat különböző természettudományi vizsgálatok részére. Azon Vargyason, Homoródkarácsonyfalván és Székelyderzsen vett minták közül, amelyek jelentős mennyiségű karbonátot tartalmaztak, az egyéb vizsgálatok (optikai mikroszkópia, röntgen-diffrakció, stb.) mellett stabilizotópos méréseket is végeztünk. A vizsgált minták leírását, valamint a vizsgálati eredményeket az 1-2. táblázat tartalmazza és az 1. ábra szemlélteti.

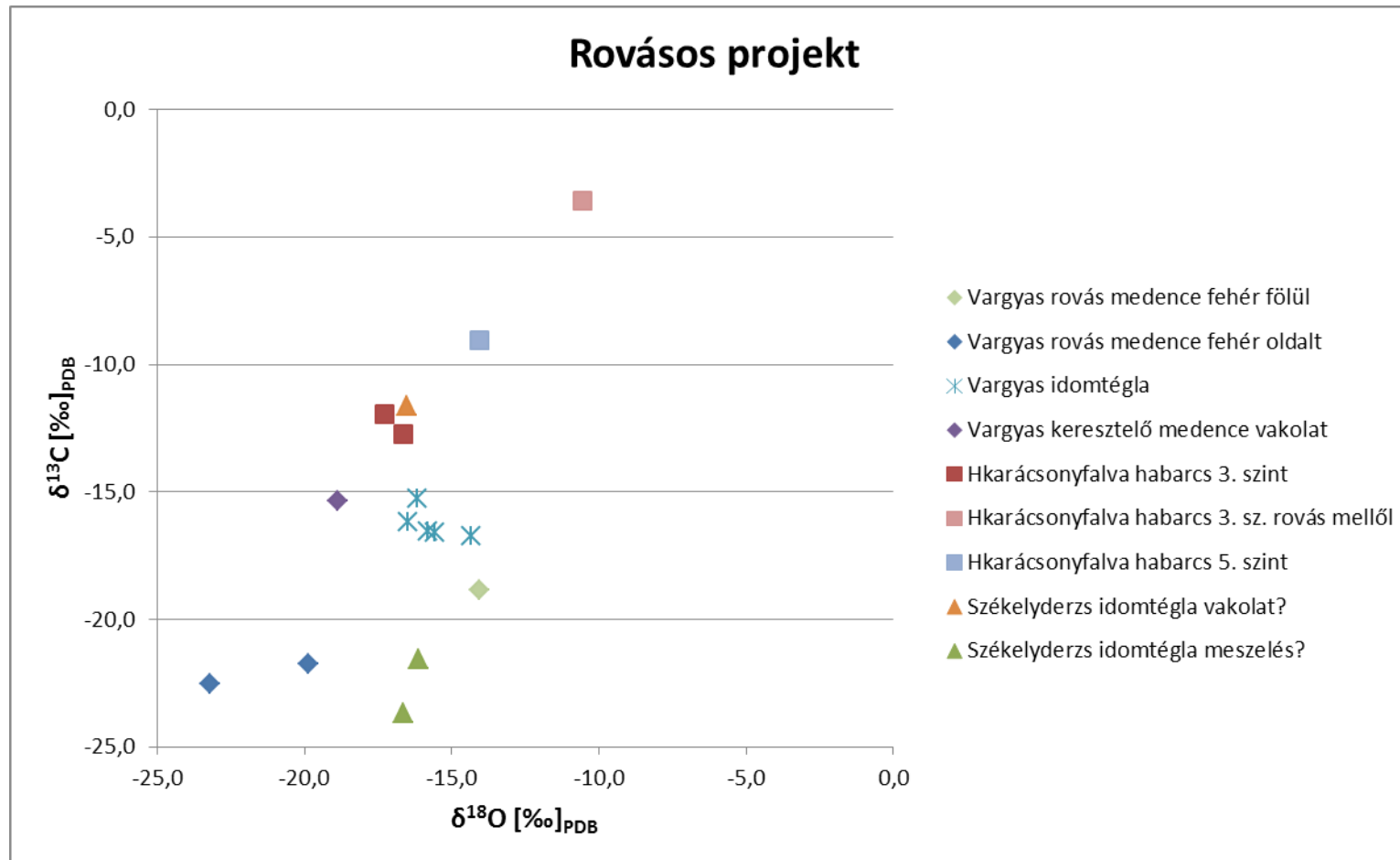
1. táblázat: A stabilizotópos vizsgálatokhoz 2017. január 24–25-én vett minták leírása és azonosító számai.

Helység	Tárgy	minta leírása	mintaszám
Vargyas	rovásírásos medence a templom közepén	fehér lerakódás a medence felső peremén	2017.1.24.8
		hártyszerű fehér lerakódás a medence oldalán	2017.1.24.9a
			2017.1.24.9b
	nem-rovásos medence a templom egyik végében	vakolat	2017.01.24.5
	bordaív idomtégla, ásásból került elő föld alól	B fehér "meszelés" felső része –1 (sárgás) bal oldal	OSZ-1456-1
		B fehér "meszelés" átlag - 2	OSZ-1456-2
		j vastagabb földes? meszelés - 1 (jobb oldal)	OSZ-1456-3
		j vastagabb földes? meszelés - 2 (jobb oldal)	OSZ-1456-4
		B "porló" fehér meszelés (sárgás fölött!)	OSZ-1456-5
Homoród-karácsonyfalva	torony 5. szint (harangszint)	habarcs	2017.1.24.10
	torony 3. szint, itt található a rovásos kő	habarcs	2017.1.24.13
		habarcs (fa mellől)	2017.1.24.15
		habarcs (rovásos kő mellől)	2017.1.24.20
Székelyderzs	bordaív idomtégla, föld alól került elő	meszelésnek tűnő vékony fehér réteg	2017.1.25.2a
			2017.1.25.2b
		vakolat	2017.1.25.3

2. táblázat: A minták röntgendiffrakcióval meghatározott ásványos összetétele, valamint a bennük lévő karbonát (kalcit+dolomit) stabil szén- és oxigénizotópos összetétele

Minta-szám	kvarc	plagioklász + káliföldpát	10 Å-os rétegszilikát	Klorit + szmektit	amfibol	kalcit	dolomit	gipsz	Hematit +/- goethit	file név	$\delta^{13}\text{C}$ [‰] _{PDB}	$\delta^{18}\text{O}$ [‰] _{PDB}
2017.1.24.8	19	17	3	-	-	60	<1	-	-	2090	-18,86	-14,05
2017.1.24.9a	30	23	<1	-	-	46	-	-	-	2091	-21,72	-19,86
2017.1.24.9b	38	20	5	4	-	31	2	-		2092	-22,52	-23,19
2017.01.24.5	16	6	nyom	-	-	78	-	-	-	2086	-15,37	-18,89
OSZ-1456-1	5	3	2	-	-	86	2	-	2	2528	-15,24	-16,16
OSZ-1456-2	1	<1	-	-	-	97	<1	-	ny	2529	-16,18	-16,49
OSZ-1456-3	2	nyom	-	-	-	98	-	-	-	2530	-16,57	-15,56
OSZ-1456-4	2	2	-	-	-	85	-	-	1	2531	-16,53	-15,81
OSZ-1456-5	2	nyom	12	-	-	86	-	-	-	2532	-16,72	-14,36
2017.1.24.10	52	17	5	2	-	23	<1	-	-	2093	-9,07	-14,07
2017.1.24.13	47	16	4	ny	-	32	<1	-	-	2097	-11,95	-17,28
2017.1.24.15	48	17	3	2	ny	30	-	-	-	2098	-12,72	-16,66
2017.1.24.20	20	7	3	ny	-	68	1	1	-	2331	-3,58	-10,56
2017.1.25.2a	8	2	ny	ny	-	90	-	-	-	2101	-23,69	-16,66
2017.1.25.2b	4	nyom	1	-	-	93	-	2	-	2102	-21,56	-16,14
2017.1.25.3	41	37	5	2	2	12	<1	-	-	2103	-11,63	-16,54

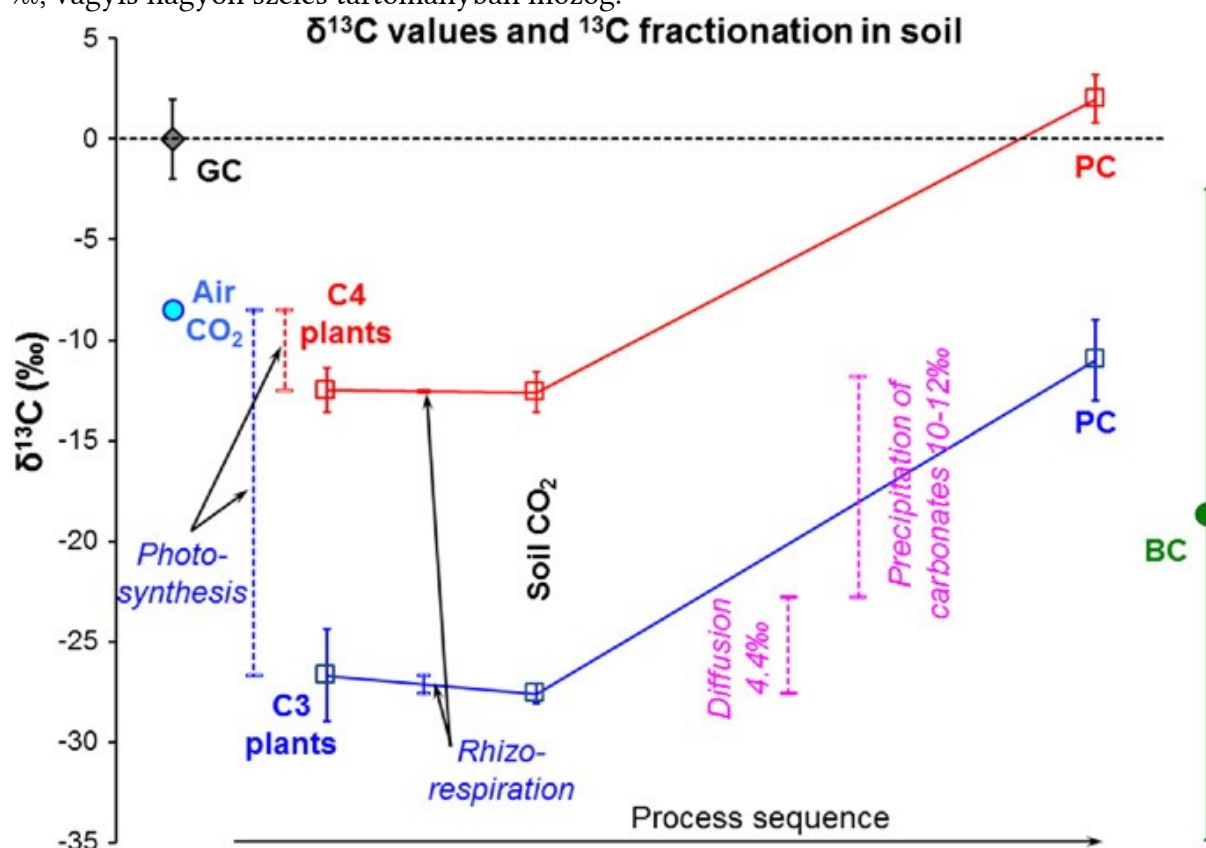
1. ábra: A vizsgált minták karbonátjának stabilizotópos összetétele a $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ diagramon.



Az adatok értelmezése

Karbonátok stabil szén- és oxigénizotóp-arányából a karbonát eredetére, vagyis a karbonát képződésekor uralkodó körülményekre, illetve a karbonátot létrehozó anyagok forrására lehet következtetni.

Zamian et al. (2016) áttekintették a pedogén karbonátok keletkezését és stabilizotópos jellemzőit. Arra a következtetésre jutottak, hogy a C₃ növényekkel (a Kárpát-medencében a növények több mint 90%-a C₃) borított talaj esetében a talajban abiogén úton keletkezett karbonát (pedogén karbonát = PC, alapvetően kalcit) $\delta^{13}\text{C}$ értéke leginkább a -9‰ – $(-13)\text{‰}$ tartományba esik. Ugyanitt a biogén karbonát (BC) $\delta^{13}\text{C}$ értéke -2‰ – $(-35)\text{‰}$, vagyis nagyon széles tartományban mozog.



2. ábra: GC = geogenic carbonate, PC = pedogenic carbonate, BC = biogenic carbonate (Zamian et al. 2016)

Min et al. (2016) kriminológiai módszertani vizsgálatot végzett Dél-Koreában. Egymástól néhány száz méterre, illetve 1-2 kilométerre lévő 8 helyszínen 10-10 talajmintát vizsgáltak meg, többek között meghatározták a talajkarbonát $\delta^{13}\text{C}$ értékét is. Azt találták, hogy a $\delta^{13}\text{C}$ érték szórása helyről-helyre nagymértékben változik. A legkisebb változás (max-min különbség) $0,9\text{‰}$, míg a legnagyobb $6,4\text{‰}$ volt.

Mindezek azt mutatják, hogy talajokban a karbonát stabilizotópos összetétele még egy kicsi, pl. építési teleknyi területen is széles tartományban változhat, nem lehet vizsgálatok nélkül, előre megbecsülni a $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékeket. Mivel esetünkben nem készültek talajvizsgálatok, ezért a következőkben megfogalmazott következtetéseinket inkább hipotézisként kell kezelni, mintsem jól megalapozott állításként.

Vargyas

A rovasos keresztelőmedence oldaláról levett, nagyon vékony, fehér lerakódás $\delta^{13}\text{C}$ értéke $-22,52\text{‰}$ és $-21,72\text{‰}$, ami tulajdonképpen a Zamanian et al. (2016) féle értelmezésben a biogén karbonátok tartományába esik. Ettől pozitívabb a peremről vett minta $\delta^{13}\text{C}$ értéke, $-18,86\text{‰}$. Ugyanakkor ennek a mintának a $\delta^{18}\text{O}$ értéke is pozitív irányban modult el az előző kettőhöz képest. A változás elég jelentős, de láttuk, hogy talajokban széles sávban változhat a $\delta^{13}\text{C}$ érték, másrészt elképzelhető, hogy némi por rakódott a medence peremére, ami okozhatta ezt a pozitív irányú eltolódást.

A vargyasi templomban található egy másik keresztelőmedence is, amit látható módon vakoltak és valószínűleg festettek vagy meszeltek. Az ebből vett minta (alapvetően vakolat) $\delta^{13}\text{C}$ értéke $-15,37\text{‰}$, ami szignifikánsan pozitívabb az előző mintákhoz képest. Ez a keresztelőmedence is földből került elő. Sajnos nem tudni, hogy mennyire őrződött meg az eredeti izotópos összetétel és mennyire alakult át a talajban.

Vargyasról vizsgáltunk még egy bordaív idomtéglat is, amin meszelés és vakolat rétegeket véltünk azonosítani. Innen öt mintát mértünk meg, amelyek összetétele egy szűk tartományban mozog (lásd a 2. ábrát). Mindenesetre ezek $\delta^{13}\text{C}$ értéke azonos a nem-rovasos keresztelőmedence vakolatából vett minta $\delta^{13}\text{C}$ értékével és pozitívabb, mint a rovasos medencéről vett mintáké.

Összefoglalva: valószínűleg a rovasos medence oldaláról és pereméről vett nagyon vékony fehér lerakódások nem meszelés nyomai, hanem a talajban kicsapódott karbonát. Jobban megalapozott állítást csak a helyi talaj alapos vizsgálata után lehet tenni.

Székelyderzs

A templom följújtása során előkerült egy bordaív idomtégla, amin vakolat és meszelés nyomait véltük azonosítani. Ezt a föltételezést az ásványos összetétel megerősítette (2. táblázat; vakolat (2017.1.25.3 minta), amiben jelentős mennyiségű kvarc és földpát található, míg a meszelésnek vélt minták (2017.1.25.2a-2b) alapvetően kalcitból állnak). Érdekes módon a vakolatnak vélt minta $\delta^{13}\text{C}$ értéke $-11,63\text{‰}$, míg a meszelésnek vélt rétegé $-21,56\text{‰}$ és $-23,69\text{‰}$. Vagyis nagyon nagy a különbség a „vakolat” és a „meszelés” között, holott nagyon közelinek kellene lenni. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a „meszelés” valójában talajban kivált biogén karbonát. Azt még el lehet képzelni, hogy az eredeti meszelés a talajkörnyezetben teljesen átalakult azt egymást követő nedvesedés-kiszáradás során, hiszen több száz évet töltött talajkörnyezetben. Ebben az esetben viszont a vakolat karbonátjának is illett volna átalakulni, ami nem látszik annak izotópos összetételén, vagyis ellentmond ennek a föltételezésnek.

Homoródkarácsonyfalva

Ezen a településen a templomtorony két szintjén (3. és 5. szint) vettünk habarcs mintákat, összesen négyet. Stabilizotópos összetételüket a 2. ábra mutatja. Az 5. szint később készült. A 3. szinten vett három minta közül kettő (2017.1.24.13 és 2017.1.24.15) stabilizotópos összetétele egymás mellé esik, míg a harmadiké (2017.1.24.20) - és ez éppen a rovasos kő mellől való - távol. A négy minta gyakorlatilag egy egyenesen helyezkedik el.

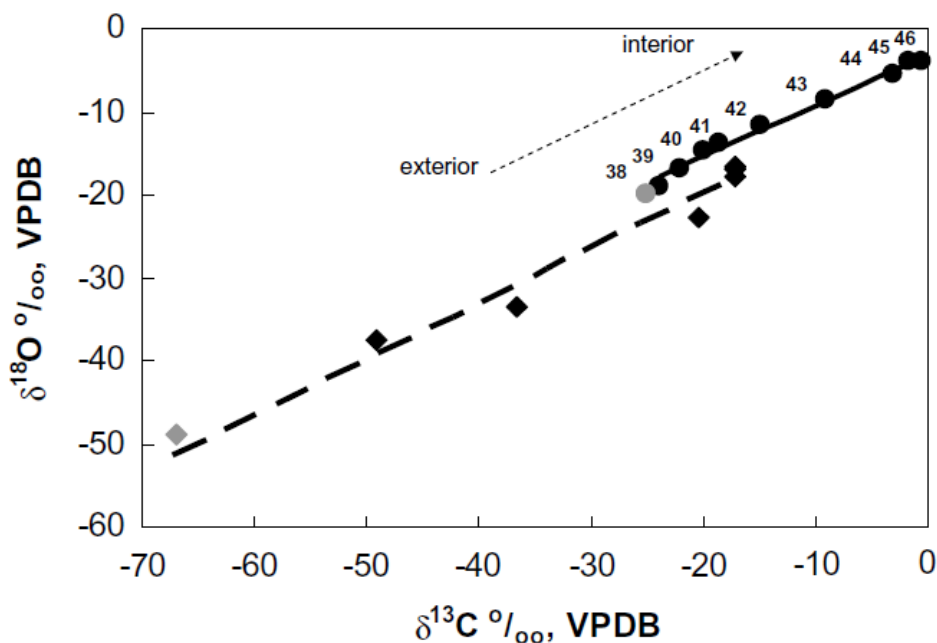
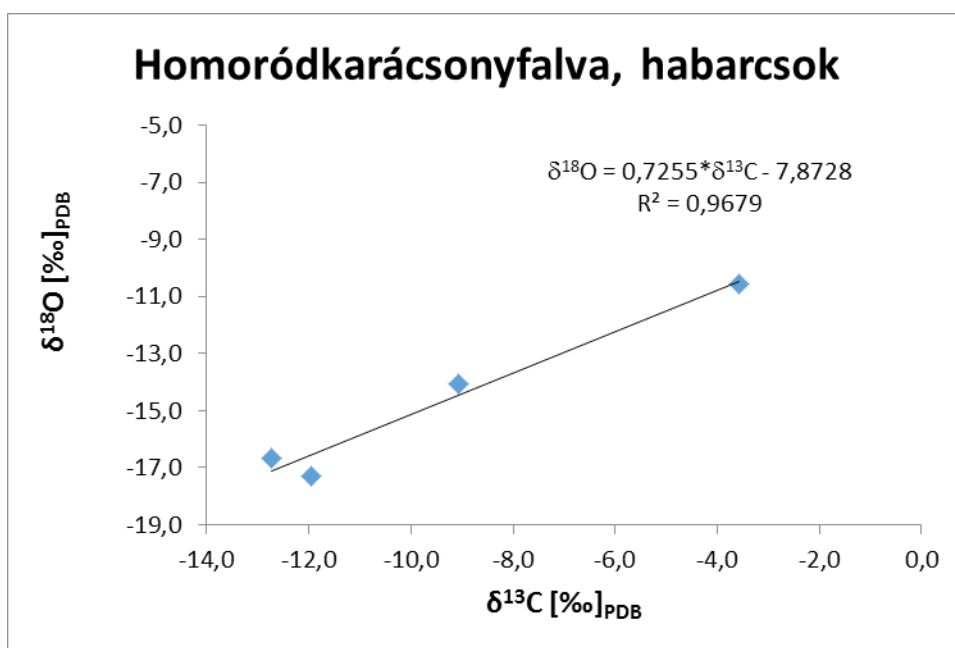


Fig. 3. Stable C and O isotope values of the calcite matrix from the exterior to the interior along two Roman lime mortar layers (solid line) and of calcite precipitated in the CO₂ absorption experiment (dashed line). ●: Calcite matrix profile 1 (samples 38–41) and profile 2 (samples 42–46; data in Table 1). Regression line: $\delta^{18}\text{O}_{\text{matrix}} = 0.61 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{matrix}} - 3.3$ (VPDB; $R^2 = 0.96$). ■: Calcite from the CO₂ absorption experiment (data in Table 2). Regression $\delta^{18}\text{O}_{\text{calcite}} = 0.67 \cdot \delta^{13}\text{C}_{\text{calcite}} - 6.4$ (VPDB; $R^2 = 0.98$). The two grey symbols represent the estimated value for calcite precipitation from the non-equilibrium isotope fractionation mechanisms assuming CO₂ from the Earth's atmosphere and the experimental CO₂/He gas, respectively (see Section 6).

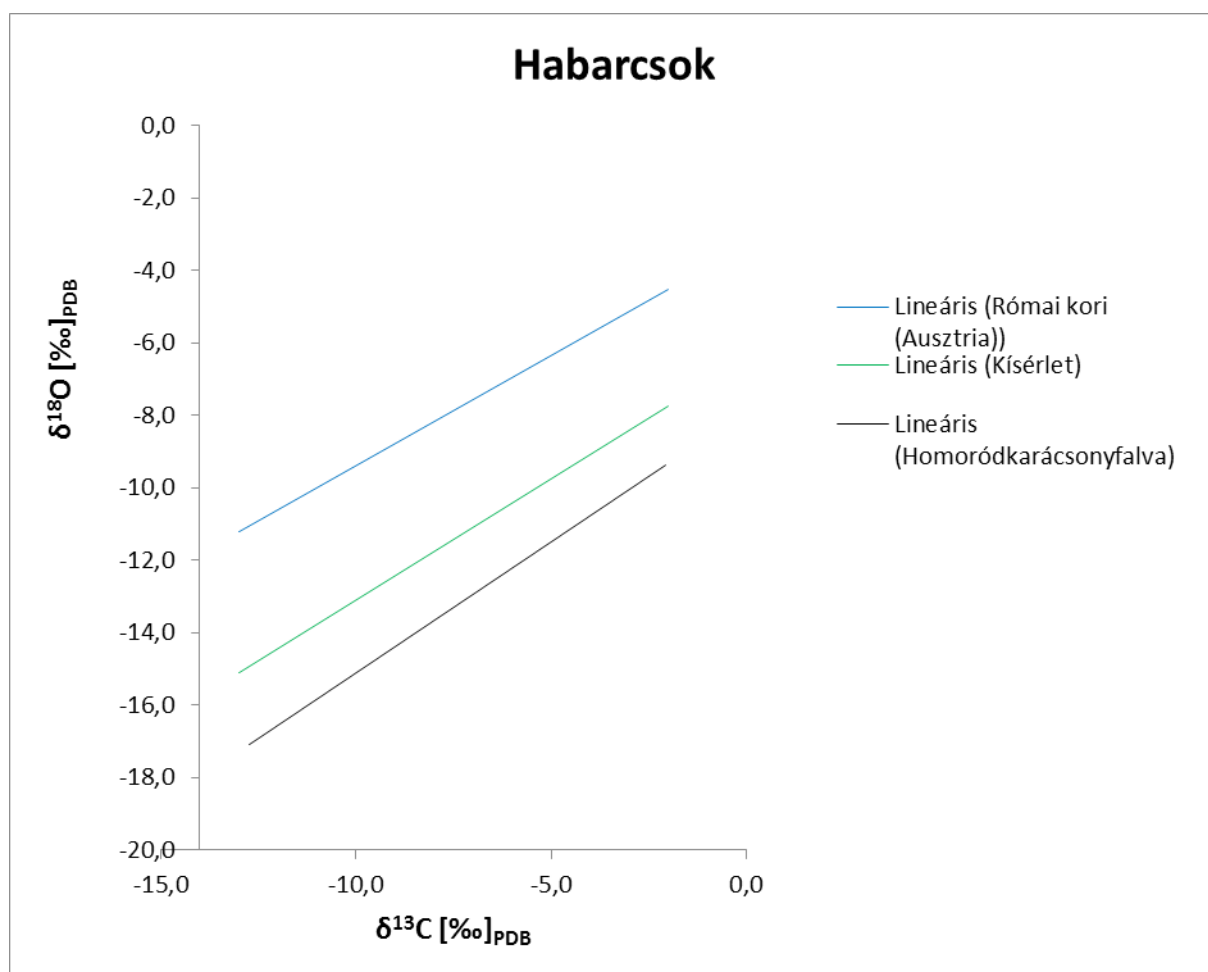
3. ábra: Római kori habarcs és laborkísérletből származó habarcs stabilizotópos összetétele a külső szélétől befelé (forrás: Kosednar-Legenstein et al. 2008).

Kosednar-Legenstein et al. (2008) római kori és kísérletből származó habarcsokon kimutatták, hogy a habarcs stabilizotópos összetétele a külső szélétől a belseje felé folyamatosan változik egy egyenes mentén (3. ábra). A jelenséget azzal magyarázták, hogy a habarcs felszíne érintkezik először a levegővel, ahonnan széndioxidot vesz föl [$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$] és a reakció olyan izotóp-frakcionációval jár, ahol az izotóposan könnyebb széndioxid nagyobb valószínűséggel vesz részt a reakcióban, vagyis a keletkezett karbonát $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékei negatívabbak, mint a széndioxidé volt. A maradék széndioxid izotóposan dúsul, és ez a dúsult széndioxid diffundál befelé a habarcsba, ott megint frakcionálódik és a folyamat folytatódik, vagyis a delta értékek a külső szélétől fokozatosan növekednek. Meg is adták a római kori habarcsra mért trendvonal ($\delta^{18}\text{O} = 0.61 \cdot \delta^{13}\text{C} - 3.3\text{‰}$), és a kísérletből származó habarcs ($\delta^{18}\text{O} = 0.67 \cdot \delta^{13}\text{C} - 6.4\text{‰}$) egyenletét.

4. ábra
: A



homoródkarácsonyfalvi habarcs minták stabilizotópos összetétele és a trendvonal.



5. ábra: A homoródkarácsonyfalvi (fekete), az ausztriai római kori (kék) és a kísérletből származó (zöld) habarcs trendvonalainak összehasonlítása.

Meghatároztuk a homoródkarácsonyfalvi mintákon a trendvonal egyenletét (4. ábra):

$\delta^{18}\text{O} = 0.73 \cdot \delta^{13}\text{C} - 7.9\text{‰}$, $R^2 = 0,968$. Az 5. ábrán összehasonlítottuk a homoródkarácsonyfalvi egyenletet a római kori és a kísérletből származó habarcsok egyenletével. A három egyenlet gyakorlatilag párhuzamos egymással. Tulajdonképpen a kezdeti $\delta^{18}\text{O}$ értékben különböznek egymástól. A karbonát $\delta^{18}\text{O}$ értékének kialakulásában valószínűleg a víz szerepet játszik, legalábbis Kosednar-Legenstein és munkatársai is erre gondolnak, bár bizonyítani nem bizonyították. Ebben az esetben a székelyföldi csapadékvíz átlagos $\delta^{18}\text{O}$ valószínűleg negatívabb, mint az osztrák esetben. Erre abból is lehet következtetni, hogy az ausztriai római kori habarcs Leibnitzben található, amely település 275 m tszf helyezkedik, míg Homoródkarácsonyfalva 550 m tszf, és az izotóphidrológiai magassági hatás miatt a magassággal csökken a csapadékvíz $\delta^{18}\text{O}$ értéke, vagyis szinte bizonyos, hogy Homoródkarácsonyfalván negatívabb a csapadékvíz $\delta^{18}\text{O}$ értéke, bár erre vonatkozó mérésből származó adataink nincsenek.

Figyelemreméltó azonban az a megfigyelés, hogy a rovásos kő mellől vett habarcs (2017.1.24.20) ásványos összetétele jelentősen eltér a másik három habarcsétól. Az előbbiben a kalcit tartalom 68% (2. táblázat), míg az azonos szinten lévő másik két habarcs mintában 30 és 32%, vagyis kevesebb, mint a fele, az 5. szinten lévőben pedig 23%, vagyis harmada (2. táblázat). Ez két módon magyarázható: 1) más-más mész-homok arányt alkalmaztak, vagy 2) a „homok” különböző mértékben tartalmazott mészkőport, vagy tudatosan keverték bele. Egyébként a mészkőpor vagy mészkő zúzalék a habarcs $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékét pozitív irányban tolja el és ugyanilyen trendvonalat hoz létre, mint amit tapasztaltunk. **Akármelyik magyarázat is igaz, az biztos, hogy a rovásos kő melletti habarcsot másképpen készítették** (más alapanyagból vagy más arányban keverték az alkotókat), **mint a falazókövek közti habarcsot**. Elképzelhető, hogy a lőrésüket más mester rakta mint a falat és másképpen keverte ki a habarcsot. Ezt a hipotézist a többi lőrés melletti habarcs vizsgálatával lehetne ellenőrizni.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- Kosednar-Legenstein, B., Dietzel, M., Leis, A., Stingl, K., (2008). Stable carbon and oxygen isotope investigation in historical lime mortar and plaster – Results from field and experimental study. *Applied Geochemistry* 23:2425–2437.
- Min J., Kim K., Heo S., Jang Y. (2016) Forensic Comparison of Soil Samples. In: H. Kars, L. van den Eijkel (eds) *Soil in Criminal and Environmental Forensics*, Springer, pp. 71–105
- Zamanian K., Konstantin Pustovoytov, Yakov Kuzyakov (2016) Pedogenic carbonates: Forms and formation processes. *Earth-Science Reviews* 157:1–17.

Budapest, 2017. december 4.

Fórizs István
MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet

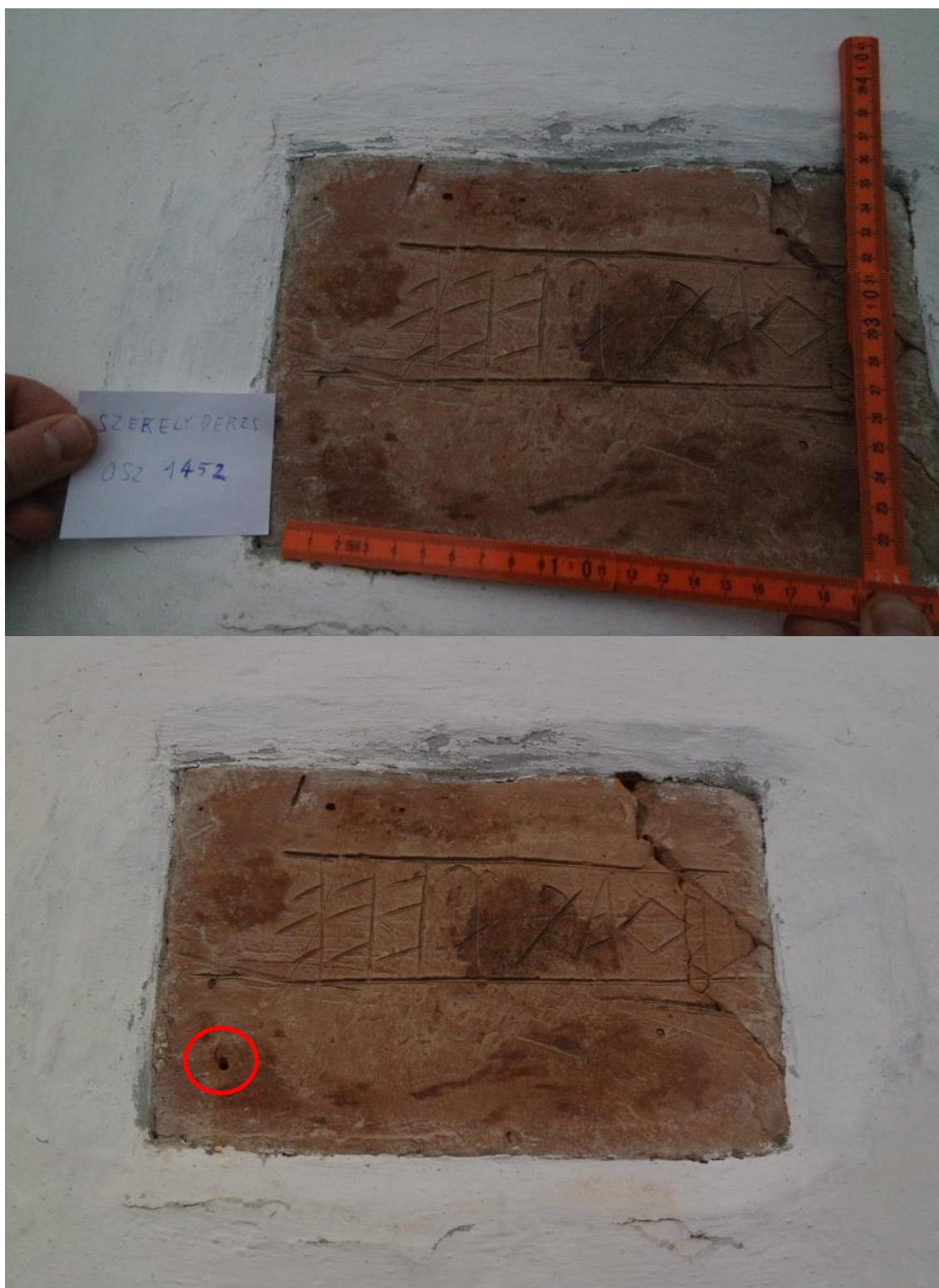
v. Függelék: Téglák és durvakerámiák termolumineszcens kormeghatározása

Készítette: Filyó Dávid, Páll Dávid Gergely, Sipos György

**SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék /
OSL–TL Laboratórium
6722 Szeged, Egyetem u. 2.**

Sampling ID: Székelyderzs (Runiform writing)

Laboratory ID: OSZ1452



Measurement data

Dose rate

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{internal}}^1$						$D^*_{\text{external}}^3$ (Gy/ka)
		U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	a-value ²	α (Gy/ka)	β (Gy/ka)	
Székely- derzs (írásos)	OSZ 1452	1.95±0.20	9.46±0.95	2.19±0.22	0.14±0.03	1.69±0.25	2.17±0.17	0.60±0.03

¹ Internal dose rate: the concentration of U and Th was determined by ICP MS, the concentration of K was determined by ICP AES using LiBO₂ extraction in each case, a moderate water content (5±5 %) was assumed.

² a-value: the rate at which the alpha contribution is considered, measured at the laboratory

³ External dose rate: estimated by considering the wall thickness of the object and usual in-door cosmic dose rate

Age calculation

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{total}}^1$ (Gy/ka)	D_e^2 (Gy)	g-value ³	$D_{e \text{ corr}}^4$ (Gy)	Age ⁵ (ka)	Calendar Age
Székelyderzs (írásos)	OSZ 1452	4.46±0.30	2.33±0.22	3.42±1.03	2.58±0.25	0.58±0.06	AD 1380–1500

¹ Total dose rate: sum of different dose rate components given above

² Equivalent dose: the absorbed total dose as indicated by the thermoluminescence measurements

³ g-value: the decade value of anomalous fading

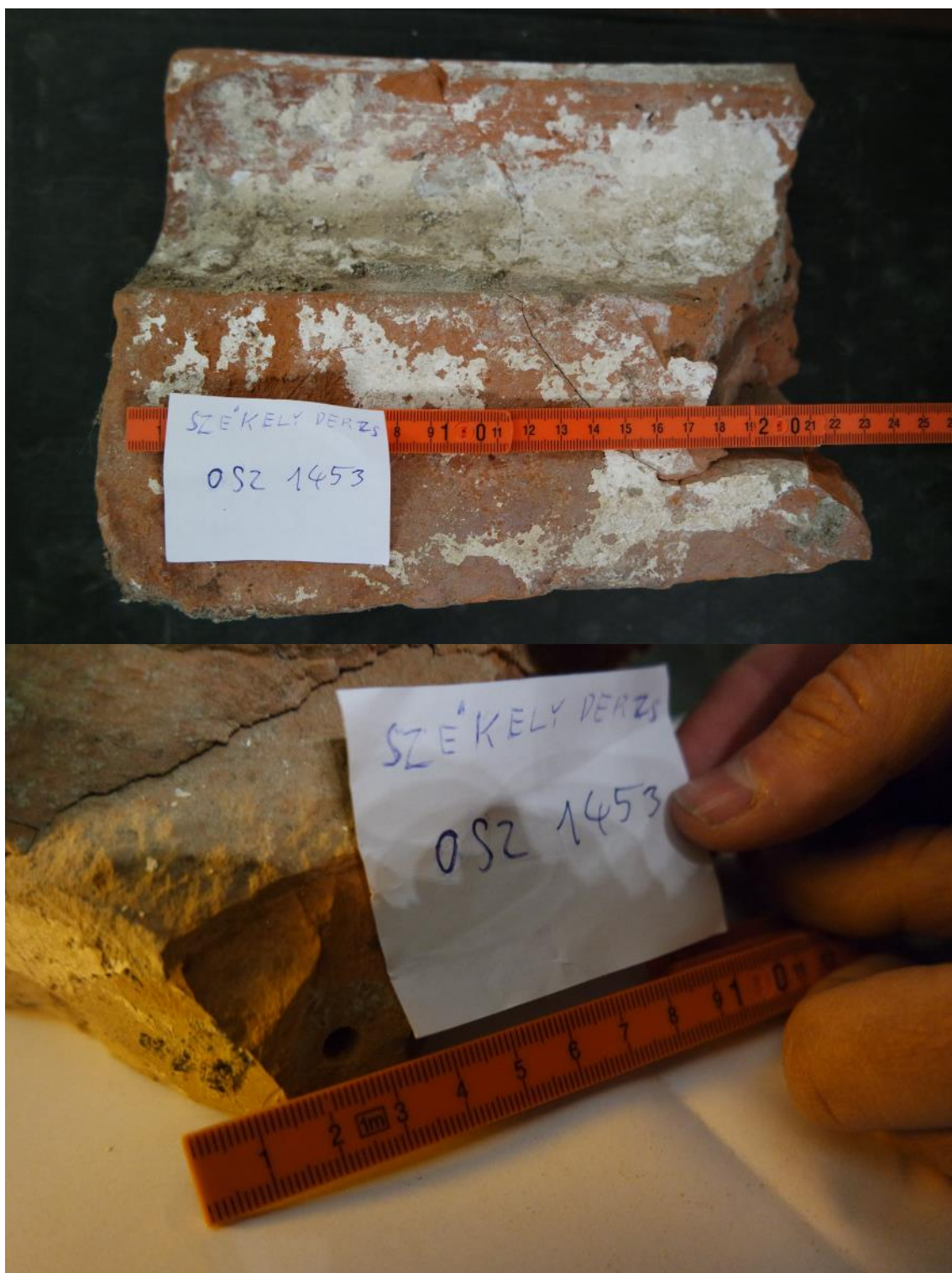
⁴ Corrected equivalent dose: the determined equivalent dose corrected by the g-value referring to anomalous fading.

⁵ Age: D_e divided by D^*_{total}

Based on the TL measurements, the brick was kilned during the period:

AD 1380–1500

Sampling ID: Székelyderzs (arch)
Laboratory ID: OSZ1453



Measurement data

Dose rate

Sample ID	Lab. ID	D* _{internal} ¹						D* _{external} ³ (Gy/ka)
		U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	a-value ²	α (Gy/ka)	β (Gy/ka)	
Székely- derzs (boltív)	OSZ 1453	2.33±0.23	10.60±1.06	2.38±0.24	0.10±0.02	1.94±0.28	2.40±0.19	0.60±0.03

¹ Internal dose rate: the concentration of U and Th was determined by ICP MS, the concentration of K was determined by ICP AES using LiBO₂ extraction in each case, a moderate water content (5±5 %) was assumed.

² a-value: the rate at which the alpha contribution is considered, measured at the laboratory

³ External dose rate: estimated by considering the wall thickness of the object and usual in-door cosmic dose rate

Age calculation

Sample ID	Lab. ID	D* _{total} ¹ (Gy/ka)	D _e ² (Gy)	g-value ³	D _{e corr} ⁴ (Gy)	Age ⁵ (ka)	Calendar Age
Székely- derzs (boltív)	OSZ 1453	4.94±0.34	2.51±0.10	2.44±0.27	2.76±0.1 1	0.56±0.04	AD 1420–1500

¹ Total dose rate: sum of different dose rate components given above

² Equivalent dose: the absorbed total dose as indicated by the thermoluminescence measurements

³ g-value: the decade value of anomalous fading

⁴ Corrected equivalent dose: the determined equivalent dose corrected by the g-value referring to anomalous fading.

⁵ Age: D_e divided by D*_{total}

Based on the TL measurements, the brick was kilned during the period:

AD 1420–1500

Sampling ID: Székelyudvarhely (museum piece, runiform)

Laboratory ID: OSZ1454



Measurement data

Dose rate

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{internal}}^1$						$D^*_{\text{external}}^3$ (Gy/ka)
		U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	a-value ²	α (Gy/ka)	β (Gy/ka)	
Székely- udvarhely (múzeumi , írásos)	OSZ 1454	2.11±0.21	10.20±1.02	4.11±0.41	0.25±0.05	1.82±0.27	3.67±0.32	0.60±0.03

¹ Internal dose rate: the concentration of U and Th was determined by ICP MS, the concentration of K was determined by ICP AES using LiBO₂ extraction in each case, a moderate water content (5±5 %) was assumed.

² a-value: the rate at which the alpha contribution is considered, measured at the laboratory

³ External dose rate: estimated by considering the wall thickness of the object and usual in-door cosmic dose rate

Age calculation

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{total}}^1$ (Gy/ka)	D_e^2 (Gy)	g-value ³	$D_{e\text{ corr}}^4$ (Gy)	Age ⁵ (ka)	Calendar Age
Székely- udvarhely (múzeumi, írásos)	OSZ 1454	6.09±0.42	1.46±0.15	6.01±0.42	1.81±0.19	0.30±0.04	AD 1680–1760

¹ Total dose rate: sum of different dose rate components given above

² Equivalent dose: the absorbed total dose as indicated by the thermoluminescence measurements

³ g-value: the decade value of anomalous fading

⁴ Corrected equivalent dose: the determined equivalent dose corrected by the g-value referring to anomalous fading.

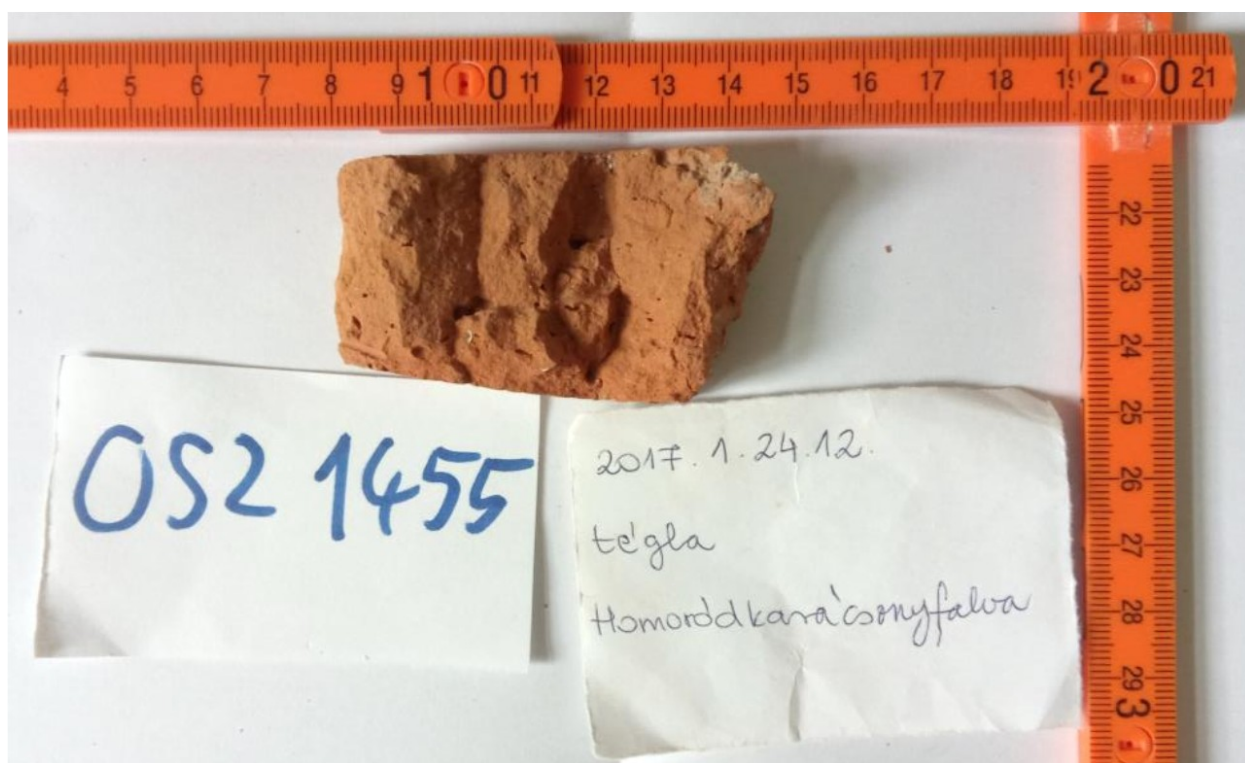
⁵ Age: D_e divided by D^*_{total}

Based on the TL measurements the production date of the object is:

AD 1680–1760

Sampling identification: Homrődkarácsonyfalva (tower)

Laboratory identification No.: OSZ1455



Measurement data

Dose rate

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{internal}}^1$						$D^*_{\text{external}}^3$ (Gy/ka)
		U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	a-value ²	α (Gy/ka)	β (Gy/ka)	
Homoród-karácsonyfalva (toronyból)	OSZ 1455	3.01±0.04	10.02±0.1	1.91±0.05	0.13±0.03	2.13±0.27	2.13±0.06	0.60±0.03

¹ Internal dose rate: the concentration of U, Th and K was determined by gamma spectroscopy, a moderate water content (5±5 %) was assumed.

² a-value: the rate at which the alpha contribution is considered, measured at the laboratory

³ External dose rate: estimated by considering the wall thickness of the object and usual in-door cosmic dose rate

Age calculation

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{total}}^1$ (Gy/ka)	D_e^2 (Gy)	g-value ³	$D_{e \text{ corr}}^4$ (Gy)	Age ⁵ (ka)	Calendar Age
Homoród-karácsonyfalva (toronyból)	OSZ 1455	4.86±0.28	0.86±0.09	2.44±0.05	0.95±0.10	0.20±0.02	AD 1800–1840

¹ Total dose rate: sum of different dose rate components given above

² Equivalent dose: the absorbed total dose as indicated by the thermoluminescence measurements

³ g-value: the decade value of anomalous fading

⁴ Corrected equivalent dose: the determined equivalent dose corrected by the g-value referring to anomalous fading.

⁵ Age: D_e divided by D^*_{total}

Based on the TL measurements, the brick was kilned during the period:

AD 1800–1840

Sampling ID: Vargyas (arch)
Laboratory ID: OSZ₁₄₅₆



Measurement data

Dose rate

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{internal}}^1$						$D^*_{\text{external}}^3$ (Gy/ka)
		U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	a-value ²	α (Gy/ka)	β (Gy/ka)	
Vargyas (boltív)	OSZ 1456	3.82±0.05	10.90±0.12	2.55±0.07	0.24±0.05	2.52±0.32	2.74±0.07	0.60±0.03

¹ Internal dose rate: the concentration of U, Th and K was determined by gamma spectroscopy, a moderate water content (5±5 %) was assumed.

² a-value: the rate at which the alpha contribution is considered, measured at the laboratory

³ External dose rate: estimated by considering the wall thickness of the object and usual in-door cosmic dose rate

Age calculation

Sample ID	Lab. ID	$D^*_{\text{total}}^1$ (Gy/ka)	D_e^2 (Gy)	g-value ³	$D_{e \text{ corr}}^4$ (Gy)	Age ⁵ (ka)	Calendar Age
Vargyas (boltív)	OSZ 1456	5.86±0.33	2.59±0.07	3.06±0.34	2.91±0.08	0.50±0.03	AD 1490–1550

¹ Total dose rate: sum of different dose rate components given above

² Equivalent dose: the absorbed total dose as indicated by the thermoluminescence measurements

³ g-value: the decade value of anomalous fading

⁴ Corrected equivalent dose: the determined equivalent dose corrected by the g-value referring to anomalous fading.

⁵ Age: D_e divided by D^*_{total}

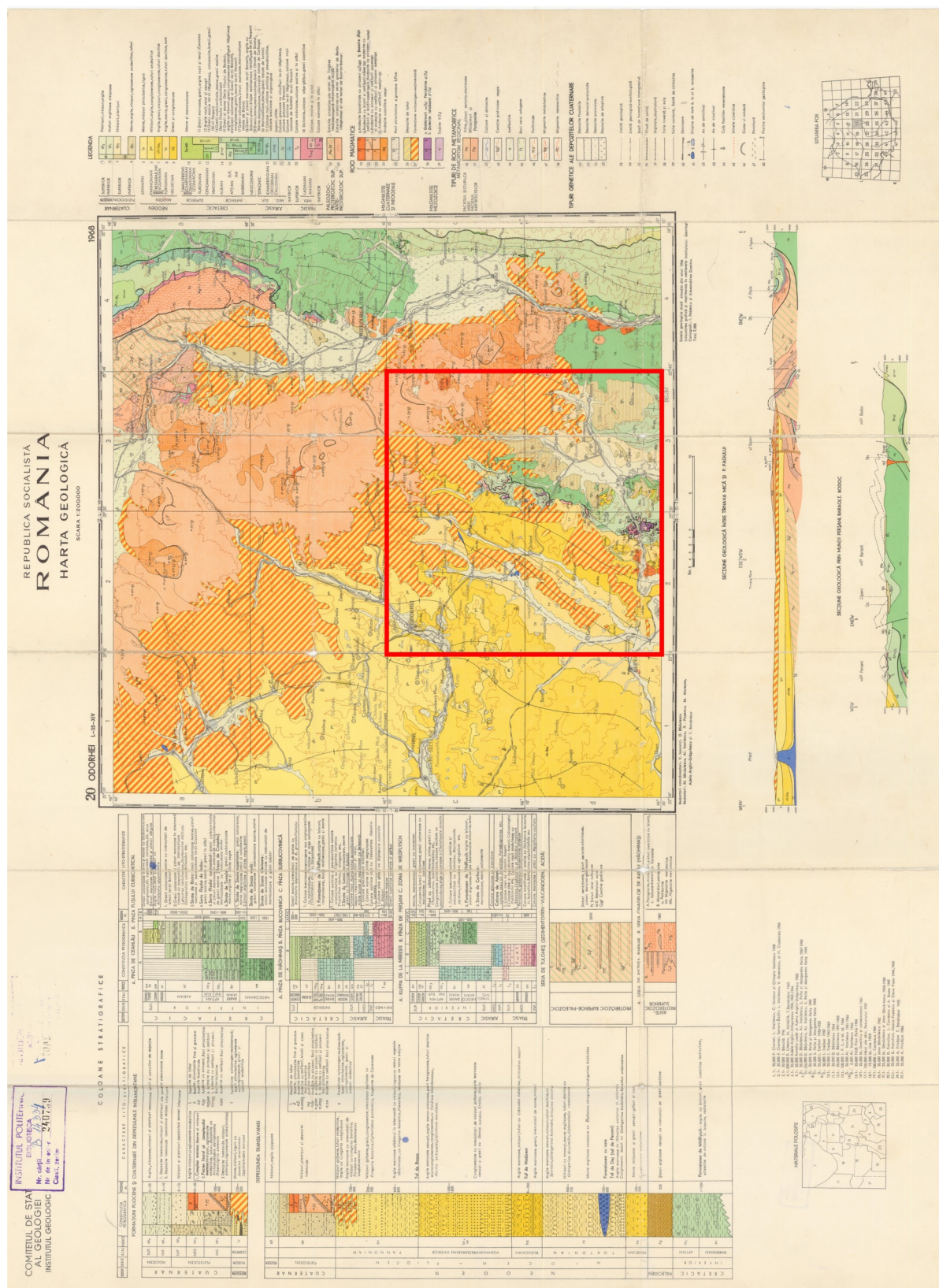
Based on the TL measurements, the brick was kilned during the period:

AD 1490–1550

VI. Függelék: Földtani térképek

A) Székelyudvarhely környékének földtani térképe

Forrás: *Harta Geologică a României scara 1 : 200 000*, ed. Ionuț OVEJANU, Bogdan CANDREA, Vasile CRĂCIUNESCU, Comitetul de Stat al Geologiei Institutul Geologic, 1968, L-35-XIV. Hálózati elérése: <http://www.geo-spatial.org/download/harta-geologica-a-romaniei-scara-1-200-000> [2017. 12. 22.]



B) Vargyas és Homoródkarácsonyfalva környékének földtani térképe

Forrás: *Harta Geologică a Românei scara 1: 200 000*, ed. Ionuț OVEJANU, Bogdan CANDREA, Vasile CRĂCIUNESCU, Comitetul de Stat al Geologiei Institutul Geologic, 1968, L-35–XIV, részlet. Hálózati elérése: <http://www.geo-spatial.org/download/harta-geologica-a-romaniei-scara-1-200-000> [2017. 12. 22.]

A térképkivágást és a magyar jelmagyarázatot Mozgai Viktória okl. geológus készítette.

